

SZAKDOLGOZAT

VÖRÖSMARTY-PECZKÓ DÓRA

Mezőgazdasági mérnök szak

Keszthely

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Mezőgazdasági mérnök Szak

**NITROGÉN MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSA AZ ŐSZI ÁRPA
MINŐSÉGÉRE**

Belső konzulens:	Dr. Tóth Zoltán egyetemi docens
Készítette:	Vörösmarty-Peczkó Dóra P8EG0N nappali tagozat
Tanszék:	Agronómia Tanszék

Készthely

2023

TARTALOM

1.	BEVEZETÉS.....	2
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	3
2.1.	AZ ÁRPA JELENTŐSÉGE.....	3
2.2.	AZ ŐSZI VETÉSŰ SÖRÁRPA.....	4
2.2.1.	A SÖRÁRPA MORFOLÓGIÁJA	5
2.2.2.	AZ ÁRPA BELTARTALMI ÉRTÉKEI SÖRIPARI SZEMPONTBÓL.....	5
2.2.3.	A TAVASZI – ÉS AZ ŐSZIÁRPA FAJTÁK BELTARTALMI ÉRTÉKÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA.....	6
2.3.	SÖRIPARI TULAJDONSÁGOK	7
2.4.	A NITROGÉN JELENTŐSÉGE AZ ÁRPA TERMESZTÉSBEN.....	10
2.4.1.	AZ ÉLETTANI SZEREPE.....	10
2.4.2.	A NITROGÉN ELŐFORDULÁSA A TALAJBAN.....	11
2.5.	AZ ŐSZI VETÉSŰ SÖRÁRPA TERMESZTÉSI MÓDSZERE	12
2.5.1.	FAJTAHASZNÁLAT:	12
2.5.2.	TALAJIGÉNYE:.....	13
2.5.3.	ÉGHAJLATIGÉNYE:.....	14
2.5.4.	TERMESZTÉSI MÓDSZERE:.....	14
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	20
4.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	25
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	31
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	32
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	33
7.	IRODALOMJEGYZÉK.....	34
8.	ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	37

1. BEVEZETÉS

Dolgozatomnak célja annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy a csökkentett nitrogén fejtrágya adag kijuttatásával az őszi árpa termésének minősége megfelel-e a söripari kritériumoknak. A söripari minőség egyik meghatározó eleme az árpa fehérjetartalma, aminek mennyiségét többek között a nitrogénellátottsággal befolyásolni lehet. Munkám során a második tavaszi fejtrágyázás alkalmával a kezelt terület mintegy felén 40kg nitrogén hatóanyaggal kevesebb került kijuttatásra, a vizsgálataim arra irányultak, hogy ez a termés minőségét a célnak megfelelően befolyásolta-e.

A témát az teszi aktuálissá, hogy a változó éghajlat miatt bekövetkező szélsőségesebb időjárás, tavaszi árpa esetében a tavasszal beköszöntő aszály a termesztés kockázatát növeli. Az enyhébb telek pedig lehetővé teszik, hogy a korábban csak tavaszi termesztésre szánt fajtákat őszen is vessék. Továbbá a sörárpa felvásárlási árának kedvezőbb alakulása a termelők termesztési kedvét kedvezően befolyásolja.

A dolgozat elkészítése során törekedtem arra, hogy az általam vizsgált növény jelentőségét, tulajdonságait bemutassam. Alaposan kitérek a sörárpa minőségi követelményeire, továbbá részletezem a nitrogén növényélettani folyamatokban betöltött szerepét és előfordulását a talajban. Végül a növény termesztéstechnológiai elemeit mutatom be irodalmi ajánlások alapján, kiemelt tekintettel a nitrogén-utánpótlásra. A vizsgálat alapját a családi gazdaságunkban termesztett őszi árpa és az általam gyűjtött további adatok adják.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. AZ ÁRPA JELENTŐSÉGE

Az árpa az egyik legősibb termesztett növény az emberiség történelmében. Napjainkban leginkább takarmánygabonaként és első számú maláta- és sörgabonaként ismert az egész világon. A gabonanövények közül a gazdasági állatok takarmányozásában hazánkban a harmadik helyen áll a kukoricát és búzát követően. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) Kiváló a tápanyagfelvevő képessége emiatt kevesebb nitrogén műtrágyával is eredményesen termeszthető, az őszi búzához vagy a kukoricához képest. (MURÁNYI, 2004.) Az árpa ennek nagyon fontos azokon a területeken, ahol nem termesztnek kukoricát, különösen ott, ahol az éghajlat hűvös és/vagy száraz, azaz Észak-Amerika nyugati részén, Észak-Európában, a Közel-Keleten, Észak-Afrikában és Dél-Amerika Andok régiójában. (ULLRICH, 2010).

Legnagyobb gazdasági hatása a maláta- és söriparhoz kapcsolódik. A sörfőzés történelmét vizsgálva látható, hogy az árpát már régóta szelektálták a maláta előállítás és a sörfőzés minőségének javítására. A Közel-Kelet hagyományai az árpa sörfőzéshez való felhasználásáról fokozatosan északra vándoroltak Európába, ahol ezek a hagyományok még erősebbé váltak. Ma a malátázás és a sörfőzés tudománya magasan fejlett. (ULLRICH, 2010)

A malátázás az árpa szabályozott körülmények közötti csírázása, amely főként szénhidrát- és fehérjehidrolízissel jár. Jelenleg a világ árpatermésének mintegy egyharmadát malátázásra használják. A malátázás minőségének nincs egységes meghatározása, mivel a malátázási és sörfőzési gyakorlatok, valamint a fogyasztói preferenciák világszerte eltérőek. Egyes sörfőzők inkább a hatsoros árpafajtákat részesítik előnyben, amelyek magasabb fehérje- és enzimszinttel rendelkeznek, míg mások a magasabb keményítőtartalmú, kétsoros árpafajtákból nyert malátát preferálják. (MUÑOZ-AMATRIAÍN et al. 2010)

A sörárpa-nemesítés során számos árpa – és maláta tulajdonságot vizsgálnak, amelyek hozzájárulnak a malátázás minőségéhez. A fő jellemzők az árpa csírázási folyamatához, valamint fizikai és kémiai összetételéhez kapcsolódnak, melyek egymással összefüggenek. Ide sorolható többek között: a fehérjetartalom, maláta extrakttartalom, a sörlében található nitrogén aránya a maláta összes nitrogéntartalmához képest, az α -amiláz aktivitás és a maláta β -glükán tartalma. (MUÑOZ-AMATRIAÍN et al. 2010, ULLRICH, 2010) Míg a malátázott árpa túlnyomó részét a söriparban használják, egyes típusait lepárlásra (pl. skót whisky és ír whisky) és az élelmiszeriparban hasznosítják. (ULLRICH, 2010)

Hazánkban a Központi Statisztikai Hivatal (2023) adatai alapján a tavaszi árpa termésátlaga az elmúlt öt évet vizsgálva (2019-2023) 4,49 t/ha, az őszi árpa termésátlaga 5,6 t/ha. A felvásárlási átlagárak 2018-ról 2022-re sörárpa esetében több, mint kétszeresére nőttek.

2019 és 2023 között az őszi árpa betakarított területe kb. 222 ezer ha-ról több, mint 390 ezer ha-ra nőtt. Ezzel szemben a tavaszi árpa területe ugyanebben az időszakban 25 ezer ha-ról mindössze alig több, mint 18 ezer ha-ra csökkent. (KSH, 2023) Ennek oka az lehet, hogy a globálisan jelentkező éghajlat változás, és az őszi árpák magasabb terméshozama miatt a tavaszi árpák termőterülete csökken. (PRZULJ et al., 1998)

2.2. AZ ŐSZI VETÉSŰ SÖRÁRPA

A sörárpa termesztés hagyományosan a tavaszi vetésű, kétsoros árpafajtával történik. (NARZISS, 1981) Azonban egyre elfogadottabbá vált akár az egyes ősziárpa-fajták söripari célra való felhasználása is. Egyes területeken a hatsoros őszi árpából való sörfőzés ismert, ezzel szemben hazánkban maláta-alapanyagként korábban kizárólag a kétsoros tavaszi árpát használták. A termésbiztonsági és gazdaságossági szempontok előtérbe kerülésével az Európai Sörfőzők Szövetsége (EBC, European Brewery Convention) által figyelemmel kísérve, az 1960-as évektől foglalkoztak az őszi sörárpák nemesítésével. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

A kemény telek hiánya és a termést csökkentő tavaszi aszályok fenyegetése miatt gyakran a tavaszi árpát őszi vetik. Ez ugyan növeli a potenciális hozamot, de ezzel együtt a kártevőknek és betegségeknek való kitettséget is. (ULLRICH, 2010) Így a külföldi és hazai árpanemesítők tevékenységében egyre jelentősebbé vált a söripari feldolgozásra szánt kétsoros őszi árpa fajták előállítása. (ANTAL szerk., 2005) Az őszi vetés kevésbé elterjedt, de több szempontból előnyös lehet a tavaszi termesztéssel szemben. (TOMÁCSNYI-TURCSÁNYI, 2004) PRZULJ (et. al, 1998) őszi és tavaszi sörárpa összehasonlító kísérletében tapasztaltak szerint az ezerszemtömeg mindkét termesztési változat esetén megközelítőleg azonos volt. Az őszi sörárpa hektolitertömege azonban magasabb volt, mint a tavaszié. A tavaszi árpatermesztés szempontjából kedvezőtlenebb időjárású évek során az őszi sörárpa jobb minőséget adott. A termés magasabb extrakttartalommal, és alacsonyabb fehérjetartalommal rendelkezett.

MUÑOZ-AMATRIÁN et al (2010) szerint az őszi árpa fontos alternatíva lehet olyan területeken, ahol bizonyos gombás fertőzések, pl. Fusarium gombák által okozott kalászfuzáriózis nem jelentenek olyan súlyos kockázatot.

Az őszi vetésre ajánlott fajták tehát lehetővé teszik a nagyobb terméshozamot és a téli csapadék hasznosítása is jobb. Mivel a gabonafélék közül az őszi árpa a legkorábban betakarítható, emiatt a

korai érése előnyt jelent egyrészt a nyáron fellépő aszálytal szemben, másrészt a munkacsúcsok elkerülésében. (MURÁNYI, 2004.) A sörárpa fehérjetartalma nem haladhatja meg a 12,5%-ot, amely szerényebb nitrogénellátottságot követel meg, a takarmányárpához képest. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) Emiatt a termelési költsége is alacsonyabb a gabonafélék között. (ANTAL szerk., 2005)

2.2.1. A SÖRÁRPA MORFOLÓGIÁJA

Az árpa (*Hordeum vulgare* L.) csírázásakor a gyököcskéből fejlődik a főgyökér, a szikközépi részből pedig 5-6 csíragyökér. A rügyecskéből fejlődik a szár, a levél és a virágzat. A leveleken található nyelvecske és a fülecske a gabonafélék közül az árpán a legfejlettebbek. A szár hosszúsága fajta és évjárat függő. A bokrosodási csomó talajfelszín alatti mélysége fajtafüggő, a mélyebb elhelyezkedés jobb télállóságot biztosít. A bokrosodás során abból differenciálódnak a mellékajtások, a gyökérnövekedéssel párhuzamosan. Az őszi árpa hajtásszáma tél előtt kialakul. A kalászhányás annál korábban következik be, minél magasabb az átlagos napi középhőmérséklet és a megvilágítás időtartama márciusban. (ANTAL szerk., 2005, TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

A kalászvirágzatban egy kalászorsó padkán három egyvirágú kalászká helyezkedik el. A hatsoros őszi árpának minden kalászkája termékeny, a kétsoros árpának csak a középső. Hazánkban a virágpelyvével összenőtt, azaz toklászos szemtermésű fajtákat termesztik. (NARZISS, 1981, TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

Az árpa önmegtermékenyülő növény. A kalázonkénti virágok száma fontos termés meghatározó tényező, amely a már a tenyészőcsúcs differenciálódáskor eldőli. A virágzás 10°C felett indul meg. (NARZISS, 1981, TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) A sörárpára jellemző a szemek hasi oldalán a vékony héj redőzöttsége. (ANTAL szerk., 2005)

A szem fő részei a héj, csíra és az endospermium. Utóbbi alkotja a mag legnagyobb részét, ez tartalmazza a csíra fejlődéséhez szükséges tartalék tápanyagokat, melyek a csíra fejlődésével lebontódnak és felhasználódnak. Külső peremén található az aleuronréteg, amelyből indul az enzimtevékenység. (LŐRINCZ, 1984)

2.2.2. AZ ÁRPA BELTARTALMI ÉRTÉKEI SÖRIPARI SZEMPONTBÓL

A sörárpaszem 85-88%-át kitevő szárazanyag tartalmaz nitrogéntartalmú és nitrogénmentes szerves vegyületeket, illetve ásványi elemeket. A nitrogénmentes vegyületek közül söripari szempontból a keményítő a legfontosabb összetevő, amely a csírázásakor a csíranövekedéshez szükséges tápanyagot biztosítja. A malátagyártás során aktiválódott és szintetizálódott enzimek által a keményítő egy része erjeszthető szénhidrátokká bomlik, melyek alkohollá alakulnak. A nem erjeszthető szénhidrátok pedig a sör telt ízéért és habjának tartósságáért felelnek. (LŐRINCZ, 1984, TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

Nagyobb jelentőségű hemicellulóz a β -glükán, amely az endospermium sejtfalának alkotója. Lebontását követően indulhat meg a keményítő bontása is a malátázás során. Minél alacsonyabb az értéke, annál jobb, mivel növeli a sörlé viszkozitását, ezzel csökkentve a cefreszűrés sebességét. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

A legfontosabb N-tartalmú vegyület a fehérje, tartalma 8-14% között változik a magban. Minél alacsonyabb a fehérjetartalom, annál magasabb lesz a maláta extrakttartalma. (LŐRINCZ, 1981, TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) A maghéj alatti aleuronrétegben lévő sikkéfehérjék feldolgozás után a törkölyben maradnak. Az endospermium határrétegében és az endospermiumban található tartalék – és vázfehérjéket malátázáskor a proteolitikus enzimek bontják, ami a cefrézés során tovább folytatódik.

Lipidek 2-3%-ban fordulnak elő a maghéjban, aleuronsejtekben és az embrióban, és egy részük a malátázás és cefrézés során lebomlik. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004, LŐRINCZ, 1981) A polifenolok vagy cseranyagok a héjban és az endospermiumban találhatók, befolyásolják a sör ízét és színét. Fehérjekicsapó hatásuk révén a sör tartósságára is hatással vannak. A szervesetlen alkotórészek, vagyis a hamu mennyisége szárazanyagra számolva 2,4-3%. Főként kálium-foszfátból és kovásvából áll, melyek fontosak a csírázás, cefrézés és erjesztés során. A kész sörben az aciditás megtartásáért felelnek, mint pufferanyag. (NARZISS, 1981) Az árpaszem tartalmaz továbbá kis, kis molekulájú szénhidrátokat és nitrogénvegyületeket, enzimeket, stb. (LŐRINCZ, 1984)

2.2.3. A TAVASZI – ÉS AZ ŐSZIÁRPA FAJTÁK BELTARTALMI ÉRTÉKÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A különbség a fehérje és a polifenol koncentrációban jelentkezik, az őszi árpa többet tartalmaz mindegyikből. A β -glükán tartalomban nincs számottevő eltérés a fajták között, azonban az őszi árpa malátázása során jelentős mértékben kevesebb sejtfalbontó enzim aktiválódik és szintetizálódik, a tavaszi árpakéval szemben. Zajlottak kísérletek arra vonatkozóan, hogy a tavaszi – és őszi árpa malátájából készült sör összetételét mennyiben befolyásolják a különböző ősziárpa mennyiségek. Megállapították, hogy a tavaszi malátához 40%-ban kevert őszi maláta nem okozott sem technológiai problémát, sem minőségbeli eltérést az elvártaktól. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

Az 1. táblázatban látható a tavaszi és őszi árpa szemtermésének átlagos kémiai összetétele, melyből megállapítható, hogy a két csoport összetételében nincs számottevő eltérés. Az adatok fajtánként változnak és a termesztés körülményei, az agrotechnika nagy mértékben befolyásolják azokat. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

1. táblázat: Az árpa szemtermésének átlagos kémiai összetétele

	N- tartalom (%)	Nyersfehérje	Nyerszsír	Nyersrost	Hamu	N- mentes kivonat	-ebből keményít ő
	g/kg szárazanyag						
Tavaszi árpa	1,88	118	21	49	28	784	600
Őszi árpa	1,93	121	23	53	28	775	600

(Forrás: TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

2.3. SÖRIPARI TULAJDONSÁGOK

A malátázás során a gabonaféléket mesterségesen környezeti feltételek közötti csíráztatják. Célja főként azoknak az enzimeknek az aktiválása, amelyek csírázáskor a gabonaszemek tartalék tápanyagainak lebontását irányítják (NARZISS 1981). A malátakészítés során az árpaszem keményítőtartalmát az élesztők számára elérhető cukrokká alakítják, ezzel megteremtve a feltételeket az alkoholos erjedés végbemenéséhez. (TÓTH et al, 2009.)

Ahhoz, hogy a sörárpát alkalmasnak minősítsék a maláta előállításához és sörgyártáshoz, meg kell felelnie a számos fizikai és kémiai paraméternek. (MUÑOZ-AMATRIAÍN et al., 2010) Országoként is eltér, melyik mutatókat tekintik fontosabbnak, azonban az általánosan figyelembe vett árpa és maláta paramétereket az EBC (European Brewery Convention), az Európai Sörgyártók Szövetsége határozza meg. Az árpaszem fehérjetartalmát, osztályozottságát, csírázóképeségét és 48 órás vízfelvételét vizsgálják. A malátára vonatkozó paraméterek az árpa malátázása után mérhetők, melyek többek között a magas extrakttartalom, a Kolbach-index, friabilitás, végerjedés, viszkozitás, alacsony β -glükán tartalom, oldható-, és összes nitrogén tartalom. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

Fontos, hogy a maláta alapanyagnak szánt árpa egészséges, különböző gombafertőzésektől mentes legyen, mivel azok jelenlétében minőségromlás következik be. A fuzárium fertőzés következtében mikotoxinok, pl. DON toxin képződik, amelyet nem lehet eltávolítani, sem megsemmisíteni a sörfőzés során. A gombával fertőzött alapanyag továbbá kedvezőtlen lesz a söriparban történő

felhasználásra, mivel a szemek csírázási százaléka alacsonyabb, a nyugalmi állapotuk pedig hosszabb lesz. Emellett a fuzárium okozhatja a palackozott sörben a túlhabzást, az üveg febontása után.

(LINKO et al., 1998., TÓTH et al, 2009.)

LŐRINCZ (1984) szerint az árpaszemek szalmasárga színe, a pelyva finom ráncoltsága jó egészségi állapotról árulkodnak. Megfelelő minőség esetén 1 t sörárpából 800-900 kg maláta is készíthető. A sörárpa minőségi követelményeinek ismertetése során azokat a fontosabb tulajdonságokat részletezem, amelyek az érvényes MSZ-08 1326-os szabványban (2.táblázat) foglaltak, illetve amelyek a nitrogénellátottsággal – így a fehérjetartalommal szoros kapcsolatban állnak.

2. táblázat MSZ-08 1326 szabvány

Minőségi jellemző	Alapkövetelmény	Határkövetelmény
Nedvességtartalom (%)		max. 14,5
Fehérjetartalom (%)	11,5	max. 12,5
Csírázóképeség (%)	95	min. 92
Osztályozottság (%)		
2,5 mm-es lyukasztású osztályozólemezen fennmaradó teljes értékű árpa (%)	75	min. 70
2,2 mm-es lyukasztású osztályozólemezen áthulló árpa (%)	4	max. 5
Tisztaság	98	min. 96
Keverék (%), ezen belül	2	max. 4
értékes keverék (%)	1,5	max. 3
értéktelen keverék (%)	0,5	max. 1
káros keverék (%)	0,2	max. 0,5
Hektolitertömeg (kg)	68	min. 65

(Forrás: TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

Osztályozottság: Az osztályozás olyan mechanikai vizsgálat, amely megmutatja, hogy a magnak melyik része alkalmas malátagyártásra és mennyi az erre alkalmatlan rész. A mag egyöntetűsége biztosítja az egyenletes vízfelvételt, majd a csírázást. Minél teltebb a szem, annál magasabb a

keményítő- és extrakttartalma. A kisebb szemek keményítőtartalma alacsonyabb, malátázási szempontból értéktelenek.

A szemnagyságot és egyöntetűséget a 2,8; 2,5; és 2,2 mm (I., II. és III. osztályú mag) résnyílású rostalemezeken osztályozzák. Teljesértékű frakciónak az I. és II. osztályú, a 2,5 mm feletti mennyiség minősül, amely a sörárpáknál 70-90 % között ingadozhat.

Kizárólag a 2,5 mm és az annál nagyobb szemek kerülnek malátázásra. (KÁDÁR, 2013; NARZISS, 1981)

Ezerszemtömeg: Az ezerszemtömeg a magok fejlettségéről árulkodik, összefügg az osztályozottsággal és az extrakttalalommal. Sörárpánál a 40-48 g tekinthető jónak. A kisebb szemek nem előnyösek, gyakran az érés előtti szárazság következménye az apróbb, „megszorult” szem, melyeknek a fehérje tartalma is magasabb. (LŐRINCZ, 1984; TÓTH, 2011)

Hektolitertömeg: A mag több tulajdonsága határozza meg, úgy, mint a szemek nagysága, alakja, felülete és nedvességtartalma, továbbá függ a toklászosozottságtól, lisztességtől. Legalább 65 kg, vagy afölötti tömeg, ami elfogadható. A jó minőségű sörárpa hektolitertömege 69-75 kg. Alacsonyabb érték oka lehet a sok apró, léha szem jelenléte. (LŐRINCZ, 1984) Minél nagyobb a hektolitertömeg, annál magasabb a keményítőtartalom. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

Nedvességtartalom: Fontos a tárolhatóság és a minőség megőrzésének szempontjából. A raktározáshoz a 14,5% alatti nedvességtartalmú árpa alkalmas. Az ennél magasabb víztartalom csökkenti az árpa életképességét és csírázóképeségét, illetve növeli a légzési veszteséget. (NARZISS, 1981, TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

Fehérjetartalom: Meghatározó jelentősége van a sör- és malátagyártásban. Meghatározása a fehérjék általános nitrogéntartalmán alapul, amely 16%. Így 1 g nitrogén 6,25 g nyersfehérjének felel meg. (ANTAL szerk., 2005) Söripari szempontból legmegfelelőbb a 10-12 % közötti fehérjetartalom. (LŐRINCZ, 1984) A magas, 11,5% feletti fehérjetartalom esetén a sörárpa nehezen nedvesedik, alacsonyabb extrakttalalommal rendelkezik, ami ronthatja a sör minőségét. Továbbá a magas fehérjekoncentráció veszélyezteti a sör kolloidstabilitását. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) A fehérjeszegény (8-10%) árpamag viszont enzimszegény, kedvezőtlen a habképző tulajdonsága. (NARZISS, 1981)

Extrakttartalom: Fontos minőségi mutató, az osztályozottsággal és ezermagtömeggel szoros összefüggésben áll. A maláta enzimes úton vízoldhatóvá tett anyagainak teljes mennyisége. (LŐRINCZ, 1981)

Kolbach szám: Az összes-nitrogén %-ában kifejezett vízoldható-nitrogén a Kolbach-szám, ez jelzi a malátában lévő fehérjebontó enzimek aktivitását és a maláta fehérjeoldottságát. Ez az érték 38% felett tekinthető optimálisnak. (KÁDÁR, 2013).

Csírázóképesség: A sörárpa legfontosabb tulajdonsága, ami alapján következtetni lehet az enzimmépződés mértékére. A csírázás során képződnek az amiláz enzimek, amelyek végzik a cukrosítást, a keményítő bontását. A maláta kedvező előállításához 95%-os csírázóképesség szükséges. Ha az érték nem éri el a 90%-ot, a sörárpa alkalmatlan lesz maláta előállításra. A rosszul csírázó sörárpa nehezen cukrosodik, belőle jó minőségű maláta nem készíthető. A cefréje is nehezen erjedő lesz, és a sör ízére és eltarthatóságára is hatással van. A csírázási erély és csírázási energia szintén fontos söripari szempontból. Azt mutatja meg, hogy 3 nap alatt mennyi a valóban kicsírázott szemek száma, %-os értékben. (LŐRINCZ, 1984)

Tisztaság: Az malátázásra kerülő tételek fajtaazonosságát, fajtatisztaságát fejezi ki. Az egységes minőségű maláta előállításához elengedhetetlen feltétel. (LŐRINCZ, 1984; NARZISS, 1981)

2.4. A NITROGÉN JELENTŐSÉGE AZ ÁRPA TERMESZTÉSÉBEN

2.4.1. AZ ÉLETTANI SZEREPE

A nitrogén fontos alkotóeleme az aminosavak, fehérjék, nukleotidok és nukleinsavak szintézisének, illetve a klorofill alkotórésze. Átlagosan 0,5-5% között változik a növények N-tartalma, a fiatal, aktívabb szervek tartalmazzak többet. (BIRKÁS szerk., 2006)

A nitrogén reutilizálható elem, hiányos ellátás esetén az aminosavak az idősebb levelekből a fiatalabb hajtásokba vándorolnak. Emiatt a nitrogénhiány tünetei az idősebb leveleken jelentkeznek először, ezek a fakó, sárga, esetenként vöröses elszíneződések. (FÜLEKY, 2007) Szemképződéskor a lebomló aminosavak a szemekbe csoportosulnak át. (SÁRDY, 2003) Az árpaszemek nitrogéntartalmát a szemtelítődés időszakában erősen befolyásolják az időjárási viszonyok. (CARRECK – CHRISTIAN, 1993) Ha a kalász nitrogénfelvevő képessége romlik, a N akkor is átcsoportosul, ugyanakkor nem a szembe, hanem a hajtásba. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) Bokrosodási fázisban a nem megfelelő N-ellátottságot világoszöld szín jelzi, mivel csökken a kloroplasztisz-képződés. A N-túladagolás pedig fokozza a vegetatív fejlődést, illetve a megdőlés kockázatát. (FÜLEKY, 2007)

Az árpán részletesen tanulmányozták a N tápanyag jelentőségét, illetve a szervnövekedésre és -fejlődésre gyakorolt hatását. A fejlődés első három hetében a N hiányra különösen érzékenyen reagál az árpa: a növekedése lassul, csökken a szárazanyag-termelés is. Az elégtelen N ellátottság

következtében a nettó fotoszintézis romlása figyelhető meg. (TOMCSÁNYI – TURCSÁNYI, 2004) A növények számára felvehető alakja a nitrát (NO_3^-) és az oldott ammónium (NH_4^+). (STEFANOVITS et al., 1999) A gyökerek fejlődése elősegíti a növény nitrátfelvételét a talajból, amit aztán a nitrátreduktáz enzim redukál, így a növény hasznosítani is tudja azt. A K-, Ca- és szulfácionok elősegítik a nitrátok felvételét. A nitrátfelvétel és a nitrátreduktáz aktivitása fokozódik fény és nitrát jelenlétében, ugyanakkor sötétben már csak a nitrát felvétele valósul meg. (PETHŐ, 1998, TOMCSÁNYI – TURCSÁNYI, 2004)

Az ammónium is hasznosítható N-forrás, az aminosav szintéziséhez szükség van rá. (SÁRDY, 2003) Az ammónium-nitrát az egyik leggyakrabban alkalmazott N-műtrágya, tartalmazza a gyorsan felvehető nitrátot és az elhúzódó hatású ammónium-iont. A karbamid-ammónium-nitrát (UAN) oldatok a lassan ható műtrágyák közé tartoznak az amid-, és ammónium-nitrogén tartalmuk miatt, így a növény egyenletes nitrogénellátottsága biztosított. (BIRKÁS szerk., 2006)

2.4.2. A NITROGÉN ELŐFORDULÁSA A TALAJBAN

A talaj nitrogéntartalmának több, mint 95%-a a feltalajban van jelen szerves kötésben, azaz a humuszanyagokban, növényi maradványokban, elhalt szervezetekben. A szerves és szervetlen nitrogén állandó körforgásban van a légkör, növény és talaj között. A talaj nitrogéntartalmát befolyásolja az éghajlat, vegetáció, a talaj tulajdonságai, a talajművelés és a trágyázás. (STEFANOVITS et al., 1999)

A talajba a nitrogén körforgás során kerülhet nitrogén:

- csapadékkal: A benne lévő nitrogén a talajból, óceánokból, illetve a légköri nitrogén megkötődéséből, pl. villámlás hatására képződésből származik. Az NH_4^+ , NO_3^- és NO_2^- formájában tartalmazott N mennyisége a növénytermesztés szempontjából elenyésző, 1-10 kg/ha évente (PETHŐ, 1998.; STEFANOVITS et al., 1999.)
- biológiai nitrogénkötéssel: Erre az egyes szabadon élő mikroszervezetek, vagy a magasabb rendű növényekkel szimbiózisban élő pl. Rhizóbium baktérium fajok képesek. A légköri nitrogén megkötés terméke a nitrogenáz enzim által nitrogénből képződő ammóniumion. A szimbiotákkal évente akár 45-260 kg/ha N kötődik meg (PETHŐ, 1998; STEFANOVITS et al., 1999.). BIRKÁS (szerk., 2006) szerint a talajban szabadon élő mikroorganizmusok N-kötése évente 7-15 kg /ha.
- ammonifikáció útján: Aerob és anaerob mikroorganizmusok által elhalt anyagok bontása során a megkötött nitrogén ammónia formájában felszabadul, vagyis mineralizálódik (PETHŐ, 1998).
- nitrifikáció útján: Aerob körülmények között a nitrifikáló baktériumok az ammónium-iont nitráttá, majd nitráttá oxidálják. A talaj jó levegőzőségeinek fenntartása tehát a növények

számára felvehető nitrát képződése miatt is fontos. (SÁRDY, 2003, STEFANOVITS et al., 1999)

A talaj nitrogénvesztését a terméssel elvitt nitrogénen kívül okozhatják:

- denitrifikáció: Anaerob körülmények között, rosszul levegőzőtt, tömődött talajoknál fordul elő. Mértéke függ a talaj nitrát tartalmától, talajvíz telítettségétől, a rendelkezésre álló szén mennyiségétől, hőmérséklettől és talaj pH-tól. (PETHŐ, 1998, STEFANOVITS et al., 1999) BIRKÁS (szerk. 2006) szerint a műtrágyával kijuttatott N-hatóanyag 10-15%-a veszhet el így akár lazultabb talajállapot mellett, kedvezőtlenebb viszonyok esetén több, mint 30%.
- ammónia elillanása: Lúgos kémhatású talajoknál ammónium-ion tartalmú műtrágyák kijuttatásakor NH₃-gáz képződhet, ezzel csökkentve a műtrágya hasznosulását és a N-készletet. (BIRKÁS szerk., 2006)
- NH₄⁺ fixációja agyagásványrácsban: Olyan talajoknál fordul elő, amelyek nagyobb mennyiségben tartalmaznak duzzadó rácsú anyagásványokat. Akár a talaj N-tartalmának 10-15%-a is fixálódhat. (BIRKÁS szerk., 2006)
- NO₃⁻ kimosódás, erózió: Nitrát kilúgzódás gyakori a növény igényén túl történő trágyázás esetén, amit befolyásolnak a talajtani és hidrológiai viszonyok. A veszteség a kijuttatott N-hatóanyag 20%-a is lehet, kalászosok alatt akár elérheti a 12-21 kg/ha N veszteséget. (BIRKÁS szerk., 2006)
- biológiai adszorpció: Ideiglenes veszteség. A cellulózbontó mikroorganizmusok az anyagcseréjükhez szükséges N-t a növények elől vonják el, ez a pentozán hatás, ami a műtrágyaadag növelésével orvosolható. (PETHŐ, 1998, SÁRDY, 2003)

2.5. AZ ŐSZI VETÉSŰ SÖRÁRPA TERMESZTÉSI MÓDSZERE

Az őszi sörárpák agronómiai követelményei az őszi takarmányárpákéval megegyezők. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) Az időjárás és az agrotechnika évenként eltérően befolyásolhatja a fejlődési stádiumokat. Ez az évjárathatás, ami nagy szerepet játszik a termésmennyiség és a minőség évenkénti ingadozásában. (LŐRINCZ, 1984)

2.5.1. FAJTAHASZNÁLAT:

Az árpafajták tulajdonságait befolyásolják többek között a talajviszonyok, klimatikus viszonyok, és a választott termesztéstechnológia. Ennek következtében különböző termőhelyeken való

termesztés eltérő eredményeket szülhet, vagy egyáltalán nem is mutatkoznak meg a fajták kedvező tulajdonságai (LŐRINCZ, 1984, TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

A sörárpa fajta megválasztásának meghatározóbb tulajdonságai közé sorolható többek között a korai érés és gyors fejlődés, a nagy termőképesség, jó bokrosodás, jó szárszilárdság és a betegségekkel szembeni rezisztencia, illetve a kedvezőtlenebb ökológiai feltételekhez való alkalmazkodóképesség. Azt a fajtát, amely kellő szárszilárdsággal nem rendelkezik, a korai megdőlés fenyegeti. Ez veszteséges betakarításhoz és minőségromláshoz vezet. (ANTAL szerk., 2005)

Őszi vetés esetén a télállóság meghatározó tulajdonság. A faggal szembeni ellenálló képesség lehetővé teszi, hogy a növény túlélje a különböző időpontokban és hosszabb időszakokon keresztül fennálló alacsony hőmérsékletet. (STOCKINGER, 2021)

A Nemzeti Fajtajegyzékben található kétsoros tavaszi fajták nagy része és néhány őszi fajta is alkalmas söripari célra, köztük található magyar nemesítésű is, azonban döntően külföldi fajtákat használnak a termesztek. (TÓTH, 2011)

Az Axereal Hungary Kft. nemzetközi nemesítőházak fajtáival teszteli az őszi vetés eredményességét. A szélsőségesebb tavaszi időjárás a tavaszi vetésű növények termelését veszélyezteti, azonban az enyhébb telek lehetővé teszik a sörárpa késő őszi vetését. (http1, 2018)

MURÁNYI (2004) Kompolton beállított OMMI fajtakísérleti eredményei között a KH Malko (2001) kétsoros, középérésű őszi sörárpa télállósága és termőképessége volt a legkiemelkedőbb. A 3.táblázatban a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal NKI Szántóföldi Növények Fajtakísérleti Osztály Iregszemcsén beállított kispácellás őszi árpa kísérletének 2020-as eredményeit szemléltetem.

3. táblázat: A KH Malko fajta terméseredményei

	Szemtermés t/ha	Fehérjetartalom %	Osztályozottság %
KH Malko	10,79	9,2	96

(Forrás: *http5*, NÉBIH által közölt adatok nyomán, 2020)

2.5.2. TALAJIGÉNYE:

Az őszi árpa a talajra kevésbé érzékeny gabonaféle, Magyarország szinte egész területén eredményesen termeszthető. A kalászosok közül kevésbé reagál a talaj minőség változására. A gyengébb talajokon, úgy, mint a homokon, kovárványos barna erdőtalajon, szikes talajon, sekély termőrétegű lejtőtalajokon termése kedvezőbb a búzáénál. (ANTAL szerk., 2005)

KÁDÁR (2000) jó árpatermő talajnak a mélyrétegű humuszos, meszes vályogtalajt ajánlja. Mivel tápanyag szolgáltatásuk kedvező, a feltalaj humusztartalma évente akár 100-150 kg/ha nitrogént is szolgáltathat. A káliumszolgáltató képessége szintén kielégítő, ugyanakkor foszforral gyengén

ellátott lehet. (KÁDÁR, 2011) LŐRINCZ (1984) is hasonlóan vélekedik, a jó szerkezetük és megfelelő vízkapacitásuk miatt a középkött csernozjom talajokat tartja sörárpának megfelelőnek.

2.5.3. ÉGHAJLATIGÉNYE:

Mérsékelt meleg klímaigényű, hőösszegigénye is alacsonyabb a gabonafélék között. A sörárpa igényli az egyenletes csapadékeloszlást. A szárbaszökés és a virágzás között időszakban a legnagyobb a csapadéki igénye. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004.) A kelést követő hőmérséklet növekedés a bokrosodást hátráltatja, siettet a szárbaszökést. Sem a vegetatív részek, sem a kalász nem fejlődik ki megfelelően. A meleg, száraz időjárás továbbá veszélyezteti a kalászhányást. Az érés előtti meleg aszály a szemek megszorulását okozza, ami magas fehérjetartalmat idéz elő. (LŐRINCZ, 1984) MURÁNYI (2004) szerint az őszi árpa a szárazságtűrő gabonák közé tartozik. Az őszi sör- és takarmányárpák az éghajlat melegedésével járó magas hőmérsékleteket és az ezzel járó gyakori aszályokat viszonylag jól tűrik. Ezt a korai, június végi-július eleji érése is biztosítja, ami miatt az aszályos időjárás kevésbé károsítja a növényt. (ANTAL szerk, 2005.)

2.5.4. TERMESZTÉSI MÓDSZERE:

Elővetemény igénye:

A sörárpát ajánlott lehetőleg nem-hüvelyes növények után, egy korán lekerülő előveteményt követően vetni. Így korlátozott az ásványi N felhalmozódásának lehetősége. (BIRCH et al, 1997) Jól tűri a gabona-előveteményeket, akár őszi búza után is kielégítő a termése. (ANTAL szerk., 2005) Jó előveteménynek tartják a burgonyát, repcét és mákot, a kukorica és napraforgó a nagy szármaradványok miatt közepesnek mondható. (IVÁNYI et al., 1994) CARRECK – CHRISTIAN (1993) tapasztalatai szerint a burgonya elővetemény magas termés hozamot eredményezett, ellenben az árpa előveteménnyel, amely közel 1 t /ha termés csökkenést okozott. Ami a szem nitrogén koncentrációját illeti, a legalacsonyabb értéket a zab és a bab után, a legmagasabbat a repce és a burgonya elővetemények után mérték.

Talajművelés:

A későn lekerülő elővetemény után általában az alpművelésre és a magágykészítésre van idő. (ANTAL szerk., 2005.) Az őszi kalászosok talajelőkészítése során cél a talajnedvesség megőrzése, a tarlómaradványok bomlásának elősegítése, és a magágy kialakítása úgy, hogy a felső réteg porosodását elkerüljük.

Az őszi árpa talajelőkészítésénél érdemes a talajszerkezet hosszútávú fenntarthatóságának figyelembevétele. Az alpművelés feladata a kellő lazultság létrehozása a kívánatos mélységben. Ez az őszi árpa számára az optimális 20 cm mélységig forgatás nélkül is kialakítható. Erre alkalmas pl. az elmunkáló elemekkel ellátott nehéz kultivátor. Magágykészítéskor a növény igényének megfelelő,

aprómorzsás, ülepedett talajállapotot kell biztosítani, sekély műveléssel. Ehhez olyan eszközök alkalmasak, amellyel egy menetben végezhető a lazítás, porhanyítás, egyengetés és a tömörítés. Legelterjedtebbek erre a feladatra a kombinált eszközök. (BIRKÁS szerk., 2006, ANTAL szerk., 2005)

Tápanyagellátása:

A növény tápanyagellátását biztosító műtrágyamennyiségek meghatározásához a tervezett termés mennyiség figyelembevételével a MÉM-NAK (1979) műtrágyázási irányelvei a mérvadóak. A nitrogén hatóanyag szükséglet megállapításához segítséget nyújt az Nmin módszer, amely a talajból felvehető ásványi nitrogén mennyiségét becsüli meg. (ANTAL szerk., 2005) Kalászosok részére a felvehető nitrogént a talaj felső 60 cm-es rétegének NO_3 -tartalma alapján lehet legjobban meghatározni. (TOMCSÁNYI - TURCSÁNYI, 2004)

Az általános vélemény, hogy a sörárpa nitrogén szükséglete alacsonyabb, mint az őszi takarmányárpáé. (TOMCSÁNYI – TURCSÁNYI, 2004) A 4. táblázatban látható az őszi árpa és tavaszi árpa szemtermése, illetve a hozzá tartozó mellékterméssel kivont tápanyagok ANTAL (2005) és KÁDÁR (2013) alapján.

ANTAL (2005) tavaszi árpa értékei alacsonyabb fajlagos nitrogén és kálium igényt mutatnak. KÁDÁR (2013) mészlepedékes csernozjom talajon mért fajlagos tápanyagigénye a káliumot kivéve alig különbözik az őszi árpa igényétől.

4. táblázat: Az őszi és tavaszi árpa 1 t termésével felvett tápanyagok

	N (kg/t)	P_2O_5 (kg/t)	K_2O (kg/t)	CaO (kg/t)	MgO (kg/t)
Őszi árpa (ANTAL, 2005)	27	10	26	6	2
Tavaszi árpa (ANTAL, 2005)	20	9	21	8	2
Tavaszi árpa (KÁDÁR, 2013)	26	12	16	6	4

(Forrás: ANTAL, 2005, KÁDÁR, 2013 nyomán)

A tápanyag- és vízellátás létfontosságú a növények számára, ezt igazolja az összefüggés, miszerint lehet bármennyi tápanyag a talajban, vízhiány esetén a növény nem tudja hasznosítani (BALÁZSY-SÁRDI, 2011)

Nitrogén: Egyes vélemények szerint a sörárpa nitrogén ellátásában a talaj készletének meghatározóbb szerepe lehet, mint a műtrágyának. A szemtermés szükségletét akár 60-70%-ban fedezheti a talaj nitrogénellátottsága. A növény teljes szükségletének műtrágyával történő kielégítése eszerint felesleges lehet. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

A nitrogén műtrágya kijuttatás megoszlának a vélemények. A teljes mennyiség egyszerre történő felhasználása nem javasolt a lehetséges nitrátkimosódás miatt. Egyes tapasztalatok nem mutattak különbséget a teljes dózis alaptrágyaként történő, valamint megosztott kijuttatása között. A MÉM-NAK Egységes műtrágyázási irányelvei (1979) alapján a talaj kötöttsége és a nitrogén mennyisége a mérvadó a megosztás mértékét illetően. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) Őszi kalászosok esetében érdemes a tervezett adag 30%-át ősszel, a fentmaradó mennyiséget pedig tavaszi fejtrágyaként egy, vagy két alkalommal kijuttatni, a termőhely adottságait figyelembe véve. (BIRKÁS szerk., 2006)

KÁDÁR (2000) szerint megosztva, főként tavaszi fejtrágyaként javasolt, azonban a késői fejtrágya csapadékhiány esetén nem hasznosul. BIRKÁS (szerk. 2006.) szerint akkor hatékony a tavaszi fejtrágyázás, ha a csapadékkal a hatóanyag a gyökérszónába tud mosódni. Azonban, ha a tavaszi nitrogén fejtrágya a növény igényét meghaladja, a megdőlés kockázata fentáll. (ANTAL szerk., 2005)

CARRECK – CHRISTIAN (1993) a tavaszi fejtrágya kijuttatásának idejét vizsgálva azt tapasztalta, hogy a márciusi nitrogéntrágyázás alacsonyabb nitrogén koncentrációt eredményezett a szemben, ellenben a későbbi kijuttatással, ami növelte a szem fehérjetartalmát.

Az őszi túltrágyázás következtében az állomány túlfejlettsége már tél elején fogékonnyá teheti a növényt a lisztharmatra. (ANTAL szerk., 2005) Ezt igazolják SILLER et al. (2021) tapasztalatai is, miszerint az őszi nitrogén trágyázás inkább a vegetatív növekedésre van hatással. A tavaszi fejtrágyázás pedig a termés minőségét befolyásolja. Kísérletében a tavaszi nitrogént 28 kg/ha hatóanyagról 73 kg/ha -ra növelve, a szem fehérjetartalma 9,5%-ról 10,3%-ra nőtt. A növény egészségi állapotára és vegetatív fejlődésére nem volt szignifikáns hatása. Ugyanebben a kísérletben vizsgálva, a kora szeptemberben vetett árpa télállóságát rontotta az őszi nitrogén trágyázás. A legjobb sörárpa minőséget a késő őszi vetés, az őszi nitrogén műtrágya mellőzése és a mérsékelt, 28 kg/ha nitrogén hatóanyag eredményezte.

KÁDÁR (2013) kísérletében a 100, illetve afölötti kg/ha N-adagoknál a sörárpa minőségének romlását tapasztalta. A 2,5 mm feletti teljesértékű szemek aránya 79%-ról 70%-ra esett vissza a túlzott nitrogén trágyázás miatt. Emellett csökkent a m²-kénti kalászszaám és az ezermagtömeg.

Az 5.táblázatban KÁDÁR (2013) eredményei láthatóak a különböző műtrágya adagok termésre gyakorolt hatásáról. Az NPK adagok a következő módon alakultak: 0, 100, 200 kg/ha N; 0, 50, 100 kg/ha P₂O₅; és 0, 100, 200 kg/ha K₂O. A táblázatból kiderül, hogy a nitrogén főként a szemben dúsul, míg a szalma a legkevesebbet tartalmazza. A Hajtás1 szárbainduláskor-, a Hajtás2 kalászhányáskor vett minta. A hajtás N%-ának csökkenését igazolja az állítást, miszerint bokrosodást követően a szárazanyag felhalmozás a tápanyagkoncentráció hígulását idézi elő. A nitrogén éréskor főként a zászlóselevelekből a szembe vándorol. (KÁDÁR, 2013)

5. táblázat: NPK-ellátás és a sörárpa légszáraz összetétele

NPK ellátottság:	0	1	2
Hajtás1 N%	2,12	2,46	2,79
Hajtás2 N%	1,16	1,54	1,89
Szalma N%	0,54	0,74	0,95
Szem N%	1,64	1,86	2,03

(Forrás: KÁDÁR, 2013)

Foszfor: KÁDÁR - CSATHÓ (2013) eredményei azt igazolják, hogy megfelelő foszfor- és káliumtrágyázás ellátottságnál javul a szárszilárdság, a betegségekkel szembeni ellenálló képesség, növekszik a hozam és a maláta, így javul a sör minősége is.

A sörárpa igényli a talaj közepes (140-200 mg/kg P₂O₅) foszforellátottságát, azon túl pedig a szinten tartó, növény számára gyorsan felvehető foszfortrágyázást. A növény foszforigénye bokrosodás végén, illetve a szemképződés időszakában a legmagasabb. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) KÁDÁR (2013) tapasztalatai szerint a mag foszfortartalma a legmagasabb, a szalmáé pedig a legalacsonyabb. Éréskor a foszfor is újrahasznosul, és a levelekből a magba vándorol. Azt is megállapította, hogy a foszfor ellátással javul a nitrogén beépülése a szembe. A foszforhiány pedig gyenge bokrosodást és fejlődésbeli lemaradást okozhat (KÁDÁR, 2012., KÁDÁR, 2000.) Kijuttatását tekintve javasolt a teljes hatóanyagmennyiség alaptrágyaként történő talajba dolgozása. (ANTAL szerk., 2005)

Kálium: KÁDÁR (2000) szerint az árpa a kalászosok közül kiemelkedik erőteljesebb káliumigényével. Ennek oka a kálium szárszilárdító hatása, ami csökkenti a megdőlés veszélyét. A jó kálium ellátottság növeli a fagytűrő képességet is. (SÁRDI, 2003) A szemek kedvező káliumellátottságnál teltebbek és lisztesebbek lesznek, emellett a szárazságtűrést is javíthatja. (LŐRINCZ, 1984) A szemtermés a felvett káliumnak kis hányadát tartalmazza, a nagyobb része a szalmában marad (BALÁZSY-SÁRDI, 2011).

BALÁZSY-SÁRDI (2011) összefüggés-vizsgálatának eredményei igazolják, hogy a káliummal jól ellátott növények a szervesanyag szintézisét, illetve szárazanyag-produkcióját kevesebb víz felhasználásával tudják biztosítani. KÁDÁR (2013) tapasztalatai szerint a káliummal közepesen ellátott mészeledékes csernozjom talajon a K-trágyázás átlagosan 0,5 t/ha szemterméstöbblet hozhat. A kálium a foszforhoz hasonlóan az őszi alapművelés során kijuttatható, további kiegészítésre nincs szükség. (ANTAL szerk., 2005)

Általánosságban elmondható, hogy sörárpa minőségét a N-túlsúly rontja, míg a kielégítő P és K ellátottsággal javulhat az extrakttartalom, a betegségtolerancia, szárszilárdság, emellett a maláta és a sör minősége. (KÁDÁR – CSATHÓ, 2013)

Vetés:

Általános vélemény, hogy az árpa hidegtűrése a búzáénál kisebb, emiatt a vetés ideje fontos tényező a növény tél előtti megerősödésében. Ahhoz, hogy vírusvektorokat és a túlbokrosodást elkerüljük, javasolt a nem túl korai vetés. Emiatt a legkorábbi vetés időpontja az általános vélemény szerint szeptember 25. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) Ezt igazolják Siller et al. (2021) tapasztalatai is, miszerint a késő szeptemberi vetés előnyösebbnek bizonyult a kora szeptemberihez képest, mivel csökkent a levélbetegségek, különösképp a lisztharmat előfordulása és a betakarítás előtti szármegdőlés is. A kívánatos vetésmélység 3-5 cm, az általános vetőmagnorma 450 db csíra/m². A keléshez minimum 3-4°C talajhőmérséklet szükséges.

Növényvédelem, növényápolás:

A termesztéstechnológiában elengedhetetlen a vetőmagcsávázás kontakt és szisztémikus szerek kombinálásával. Teljes védelmet biztosít az üszögbetegségek ellen, ugyanakkor hatásos a vetőmaggal terjedő vagy talajban fertőző és a csíranövény-pusztulásáért felelős gombafajok ellen. A növényvédelmi munkák nagy része tavasszal és nyár elején esedékes. Ezért pl. a fungiciddel történő állománykezelésekre (lisztharmat, rozsabetegségek ellen) csak akkor kerüljön sor, ha az indokolt, vagy várható valamelyik kórokozó nagyobb arányú felszaporodása. Számos kórokozó elleni védelemben nyújthatnak védelemet az ellenálló fajták. (HORVÁTH szerk., 1995)

Az enyhe őszi túlbokrosodott állományokat veszélyeztethetik a különböző gombafertőzések, és a felszaporodó levéltetvek és kabócák, illetve az általuk terjesztett vírusok. Ilyenkor még ritkán indokolt a védekezés. (ANTAL szerk., 2005) Általában a zászlóslevél megjelenése és a virágzás közti időszakban folytatnak fungicides kezelést. A fertőzöttség mértékének növekedése a hektolitertömeg-, illetve a terméshozam csökkenését okozza. Rovarok közül jelentősebb az árpabogarak, levéltetvek, gabonalegyek és gabonaszípolók elleni védekezés. Rovarölőszeres kezelést virágzás előtt célszerű időzíteni. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004) Gyomok közül a T1-es, T2-es és T3-as fajok ellen indokolt a tavaszi posztemergens gyomirtás. (ANTAL szerk., 2005)

Az őszi árpa állóképességének fokozására és a megdőlés esélyének csökkentésére szárszilárdító szereket alkalmaznak. A regulátorok a növény szárának növekedését lelassítja, a szárhosszúságot csökkenti. (ANTAL szerk., 2005.) A termés hozamot fenyegető megdőlés veszélye így alacsonyabb mértékű. (TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI, 2004)

Betakarítás és tárolás:

A kalászos-viaszérés alatt a hűvösebb időjárás és talaj nagyobb nedvességtartalma kedvező a nagyobb termés létrejöttéhez. (ANTAL szerk., 2005) Hazánkban az árpa aratási érettsége június vége-július elejére tehető, amikor a szemnedvesség 15% alatti és a szem teljes érésben van. A betakarítás elhúzódása növeli a kalásztörés esélyét, a szem minőségének romlását és a pergési veszteséget is. (IVÁNYI et al., 1994)

Az árpát a malátázásig alacsony hőmérsékleten és száraz körülmények között tárolják. (NARZISS, 1981.) Ugyanis az árpaszemek élettartama csökken a hőmérséklet és a nedvességtartalom emelkedésével. A 10% alatti nedvességtartalom esetén a csírázóképeség károsodásának veszélye fennáll. (LŐRINCZ, 1984) A frissen learatott árpa még nem használható fel malátázásra, mert a csírányugvás hiánya miatt belőle teljes értékű maláta nem készíthető, csírázása még gyenge. A csírányugalmi állapot általában hat-nyolc hétig tart. Az alacsony hőmérsékleten és nedvességtartalmon való tárolással az árpaszemek légzése, így az anyagvesztés is alacsony, és a kórokozóknak való kitettség is csökken. (LŐRINCZ, 1984, NARZISS, 1981)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A dolgozatban vizsgált növény a SECOBRA fajtája, a Pixel volt, amely egy hatsoros takarmányárpa, magyarországi forgalmazója az Axereal Hungary Kft. A fajta korai érésidejű, ideális késői vetéshez. A fajta megdőlésre hajlamos, regulátorozása szükséges. Minőségi mutatóit tekintve alacsony béta-glükán tartalommal és magas keményítőtartalommal rendelkezik.

A vizsgálat helyszínét és a területen elvégzett agrotechnikai műveleteket a családunk gazdasága biztosította. A helyszín Tolna megyében, Nagyszokoly település külterületén található. A terület 2ha-t ölel fel, 12%-os lejtő nem található rajta. A terület paraméterei a 6.táblázatban láthatóak. A talaj gyengén lúgos, agyagos vályogtalaj, gyengén meszes. Humuszban és K₂O-ban közepesen ellátott, azonban P₂O₅ ellátottsága gyengének bizonyul.

6. táblázat: A talaj tulajdonságai

pH (KCl)	7,25
CaCO ₃ (%)	3,90
Kötöttség	44,50
Humusz (%)	2,25
P ₂ O ₅ (mg/kg)	93,50
K ₂ O (mg/kg)	191,50

(Forrás: Saját adatok, 2023)

A 7. táblázat összefoglalja a vizsgált őszi árpa termesztésének elemeit és a növényvédelmi és tápanyagutánpótlási kezeléseket. Az elvégzett műveletek a 2. fejtrágyázást leszámítva azonosak a két vizsgált állományban. A tápanyagok pótlása a talajvizsgálati eredmények és a tervezett termés mennyiség, illetve a vetőmagforgalmazó Axereal Hungary Kft. ajánlása szerint történt. Az elővetemény napraforgó volt, amely után a szárzúzás Y-késes szárzúzóval történt, majd Väderstad Carrier 500 tárcsával a tarlóhántás. Ezután vinasz szerves talajjavító termék került kijuttatásra, a szárbontó mikroorganizmusok tevékenységének elősegítése céljából. Alaptrágyának 100kg/ha MAP (12% N, 52% P₂O₅) műtrágya került, az alpművelést pedig 18-20cm mélyen Horsch Terrano 4 FX 3 soros nehéz kultivátorral végeztük. Ezt követte a 150kg/ha Pétisó (27% N, 5% MgO, 7% CaO) és a magágy készítés Väderstad Carrier 500 tárcsával, 5-6cm mélyen. A vetés 4-5cm mélyre, Kuhn Premia 4000 gabonavetőgéppel, 12cm-es sortávra, 220kg/ha

vetőmaggal történt. A vetést követően egy hónappal szükség volt a vírusvektorok megjelenése miatti rovarölőszeres kezelésre.

7. táblázat: Az őszi árpa termesztésének elemei

2022.09.07.	szárzúzás, tárcsázás	
2022.09.15.	250 l vinasz	
2022.10.15.	1q MAP (12% N, 52% P ₂ O ₅), alpművelés 15 cm, 1,5 q N27%, magágy készítés 5-8 cm mélyen	
2022.10.16.	220 kg vetőmag 4-5 cm mélyen, majd hengerezés	
2022.11.05.	Karate Zeon rovarölő vírusvektorok ellen	
2023.02.26.	1. fejtrágya: 1,5q Pétisó (27% N, 5% MgO, 7% CaO)	
2023.03.21.	Vitafer Cu 1 l + Mn 0,5 l	
2023.03.24.	2. fejtrágyázás: A) 170l Nitrosol=66kg N	B) 70l Nitrosol=70x1,3x0,3=27 kg N;
2023.04.11.	BASF Revycare 1l+ Sharda Deca 2,5EC 0,2l lombvédelem, Sharda Next regulátor 0,6l/ha	
2023.05.05.	BASF Priaxor 1l+ Sharda Deca 2,5EC 0,2l lombvédelem	
2023.05.22.	Sharda Jade 1l kalászhvédelem	
2023.07.01.	gépi betakarítás	

(Forrás: Saját adatok, 2023)

Az első fejtrágyázásra február végén került sor, 150kg/ha 27%-os nitrogénműtrágyával. A második fejtrágyázás időpontjában a terület 36m széles és kb. 291m hosszú sávjában, azaz kb. 1 ha-on 70l/ha folyékony műtrágya, Nitrosol lett kijuttatva. A Nitrosol összes nitrogéntartalma 30%, ennek fele gyorsan ható nitrát-nitrogén és lassabban ható ammónium-, és amid-nitrogén. Sűrűsége kb. 1,3g/cm³, amit figyelembe kell venni a hatóanyag meghatározásánál, így a 70l-es mennyiség 27kg nitrogénhatóanyagot tartalmazott. A terület másik felére ugyanebben az időpontban 170l/ha Nitrosol, azaz kb. 66kg nitrogén került kijuttatásra. Összesen tehát a vetéstől számítva a terület egyik felére 120kg/ha, másik felére 160kg/ha nitrogén került.

Áprilisban sor került gombaölő kezelésre hálózatos levélfoltosság fertőzés miatt, illetve a vetésfehérítő tömeges megjelenése miatti rovarölő kezelésre. Ugyanekkor szárszilárdító készítmény is került kijuttatásra. A vöröszrozsda és a vetésfehérítő fertőzés miatt mind a gombaölő,

mind a rovarölős kezelés megismétlése indokolttá vált májusban. A kalászfuzárium fertőzés mérséklésére május végén szintén gombaölős kezelésre volt szükség, kalászvédelem céljából. Az aratás június 1-én, teljes érésben, 11-13%-os szemnedvesség mellett történt.

Azért, hogy megtudjam, mennyi nitrogént vett fel a növény a söripari célnak megfelelő, max. 12,5%-os fehérjetartalomhoz, a nitrogéntartalom mérésére volt szükség. A növény föld feletti hajtásának N-tartalom méréséhez május 1-én mintát vettem az egész növényből. Az árpa BBCH:45 fenológiai stádiumában az utolsó levélhüvelyben a kalász duzzadt állapotban volt. Hektáronként 4 mintát vettem mindkettő, eltérő nitrogénellátottságú állományból. Egy minta 0,5fm teljes növényi részt tartalmazott. Ezeket 1 hónapig először szobahőmérsékleten, majd üvegházi körülmények között szárítottam. A mérésekhez a minták előkészítésének helyszínét és a N% mérések elvégzését és a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus Növénytermesztéstudományok Intézet Agronómiai Tanszéke biztosította.

A N% mérésének elvégzéséhez a száraz növények aprítását a RETSCH SM200 típusú vágódarálóval (1.ábra) értük el. Az így kapott minta további finomabb őrlése a FRITSCH Analysette 3 Spartan Pulverisette (2.ábra) segítségével történt.

1. ábra RETSCH SM200

(Forrás: <http2>, 2023)



2. ábra: FRITSCH Analysette 3 Spartan Pulverisette

(Forrás: <http3>, 2023)



A nitrogéntartalom a 3. ábrán látható Elementar Vario MACRO Cube CHN analízátorral került meghatározásra, amelybe alufóliába kapszulázott 100mg tömegű minták kerültek. A referencia értéket az aszparaginsav 10,52% nitrogéntartalma adta. A betakarítás során mindkét nitrogénellátottságú területről szalma és 1-2 kg szemtermés mintát vettem melyeknek nitrogéntartalma ugyanezen módszerrel került meghatározásra.

3. ábra: Elementar Vario MACRO Cube CHN analízátor

(Forrás: Saját kép, 2023)



Az árpamag beltartalmi értékeiről a FOSS NIRS™ DS2500 F takarmány elemző (4.ábra) szolgáltatott adatokat. A mérés háromszor lett elvégezve a pontosabb eredményért. Az eszköz NIR technológiával dolgozik, és a szemek nedvesség-, fehérje-, zsír-, nyers rost-, hamu-, és keményítőtartalmát határozta meg.

4. ábra: FOSS NIRS™ DS2500 F takarmány elemző

(Forrás: <http4>, 2023)

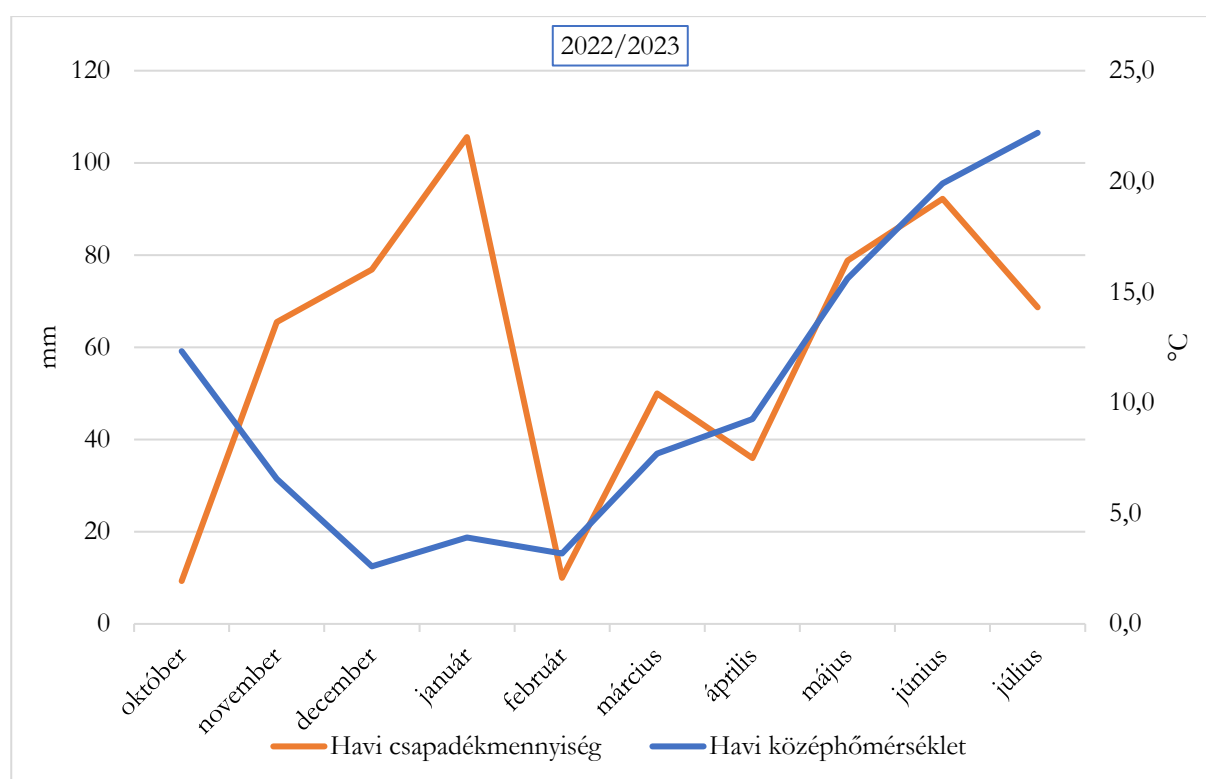


Vizsgálataim során mind a növény-, mint a termésmintákból készült nitrogénmérések, illetve a szem beltartalmi mérésének eredményeiből 1-1 átlagot képeztem és azokat vizsgáltam meg. A nitrogénmérések eredményeiből nitrogén mérleget, illetve nitrogén harvest indexet számoltam. A N harvest index megmutatja, hogy a felvett N mekkora hányada került a szembe. A számolás a következő képlettel történt (KISMÁNYOKY et al., 2008): $HI\%_N = \frac{a \text{ szemtermés } N \text{ tartalma}}{a \text{ szem és szalma } N \text{ tartalma}} * 100$

Az 5. ábrán szereplő 2022 októberétől 2023 júliusáig tartó időszak időjárási adatait a Kaposvári Campus Szolgáltató Nonprofit Kft. iregszemcsei állomása bocsátotta rendelkezésemre.

5. ábra: Havi középhőmérséklet és csapadékmennyiség 2022 októberétől 2023 júliusig

(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)



4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az időjárási adatokból kiderül, hogy a betakarításig összesen a 9 hónap alatti csapadékmennyiség több, mint 500mm. Az október közepi vetés utáni enyhe időjárás a bokrosodó árpa vírusvektoroknak való kitettségét fokozta. Az első fejtrágyázás időpontját követően nem hullott csapadék, ami a műtrágya hasznosulását elősegítse. Az állomány gyomirtására nem volt szükség. Az enyhe tél és a csapadékos április és május a gombabetegségeknek kedvezett, emellett a vetésfehérítő megjelenése is indokoltta a ismételt lombvédelmet. Az érés időszakában a magas hőmérséklet és a csapadékhiány következtében a kalászkok felső harmadában a szemek nem teltek ki megfelelően. A betakarítást megelőző héten a viharos szél miatt az állomány a szárszilárdítás ellenére helyenként megdőlt, ez sem kedvezett az érésnek.

Az árpa terméshozamát tekintve az eltérő nitrogénellátottság nem okozott különbséget, mindkét terület termett átlagosan 7 t/ha szemtermést. Ez az országos átlagot meghaladta, amely 2023-ban őszi árpa esetén a KSH (2023) adatai alapján 5,5t/ha volt. A május 1-én gyűjtött, a kalászkezdemény fejlődésénél járó hajtások és a július 1-én betakarított termés nitrogénmérésének eredményeit a 8. táblázatban szemléltetem. A hajtások nitrogéntartalma között nincs jelentős eltérés, azonban a kevesebb műtrágyát kapott állomány átlagosan magasabb nitrogénkoncentrációval rendelkezett. A 160kg-os N-ellátottság magasabb N-tartalmat eredményezett a szemben, habár a szemek N-tartalmában nem látható jelentős különbség. A szalma esetében sincs számottevő eltérés, azonban a 120kg-os ellátottságnál a felvett nitrogénből több maradt a szárban, a 160kg ellátottságúhoz képest. Ennek oka TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI (2004) szerint az is lehet, hogy a kalász N-felvevő képességének csökkenése miatt a N a gyökérből a hajtásba transzlokálódik.

8. táblázat: A N-mérés eredményei

	Nitrogén tartalom (%) / 100g száraz anyag	
	120kg/ha N ellátottságnál	160kg/ha N ellátottságnál
Hajtás 05.01.	2,06	1,90
Szem 07.01.	1,71	1,82
Szalma 07.01.	0,67	0,65
Szem+szalma összesen	2,38	2,47

(Forrás: Saját adatok, 2023)

A N tápanyag harvest indexe azt mutatja meg, hogy a 120kg/ha nitrogénnel ellátott területen a talajból felvett nitrogén 71%-át hasznosította a szem és 28%-a maradt a szalmában. A magasabb nitrogén-ellátottság esetén pedig a nitrogén 73%-a a szemben található. KÁDÁR (2013) 6. táblázatban összefoglalt eredményei alapján hasonló nitrogén HI%-et ért el különböző N-ellátottságú sörárpáknál.

A N-tartalomból a fehérjék általános nitrogéntartalmának (ANTAL szerk., 2005) alapján lehet következtetni a szemek fehérjetartalmára, amely a 9. táblázatban látható. A nitrogénellátottság csökkentése a szem fehérjetartalmát csökkentette, a magasabb ellátottság pedig növelte azt. Mind a 10,7%, mind a 11,4%-os fehérjetartalom a sörárpa minőségének követelményein belül van, azonban ez a tényező önmagában nem elég ahhoz, hogy a termés söripari célnak megfeleljen. A további minőségi paramétereket a 13.táblázatban foglaltam össze.

9. táblázat: A szemek fehérjetartalma

120kg/ha N ellátottságnál		160kg/ha N ellátottságnál	
N (%)	Fehérje (%)	N (%)	Fehérje (%)
1,71	10,7	1,82	11,4

(Forrás: Saját adatok, 2023)

A N-mérés alapján meghatározható továbbá az 1t szemterméssel és a hozzá tartozó melléktermékkel felvett N mennyisége. Az eredményeket a 10.táblázat tartalmazza. A mérések alapján 1t szem+szalma által talajból felvett nitrogén mennyisége az eltérő N-ellátottság ellenére hasonló, 24-25 kg-os értéket mutat

10. táblázat: Az 1 t terméssel felvett nitrogén mennyisége

	120kg/ha N ellátottságnál	160kg/ha N ellátottságnál
	N kg/t	N kg/t
Szem kivont N	17,1	18,1
Szalma kivont N	6,7	6,5
Szem+szalma összesen kivont N	23,8	24,7

(Forrás: Saját adatok, 2023)

Az 5.táblázatban található KÁDÁR (2013) eredménye, aki sörárpa esetében 26kg fajlagos N-igényt mért, ANTAL (2005) javaslata pedig szintén sörárpára 20kg, 1 tonna terméshez. A mérések által megállapítható, hogy az őszi takarmányárpánál alacsonyabb nitrogénellátottságra van szükség, hogy a szem fehérjetartalmát csökkentsük. Ugyanakkor a hagyományos tavaszi termesztésű sörárpánál több nitrogént igényelt a vizsgált árpa termesztése.

A fajlagos N-igényből kiszámolható a 7t/ha átlagterméssel talajból kivont N mennyisége, amit a 11.táblázat tartalmaz. A táblázat tartalmazza a nitrogén mérleget is, ami a talajba műtrágyával bekerült, illetve a terméssel kivont nitrogén különbsége.

11. táblázat: 1 ha-ról kivont N mennyisége, nitrogénmérleg

	Szem kivont N kg/ha	Szalma kivont N kg/ha	Szem+szalma összesen kivont N kg/ha	N mérleg (műtrágya) kg/ha
120kg/ha N ellátottságnál	120	47	167	-47
160kg/ha N ellátottságnál	127	46	173	-13

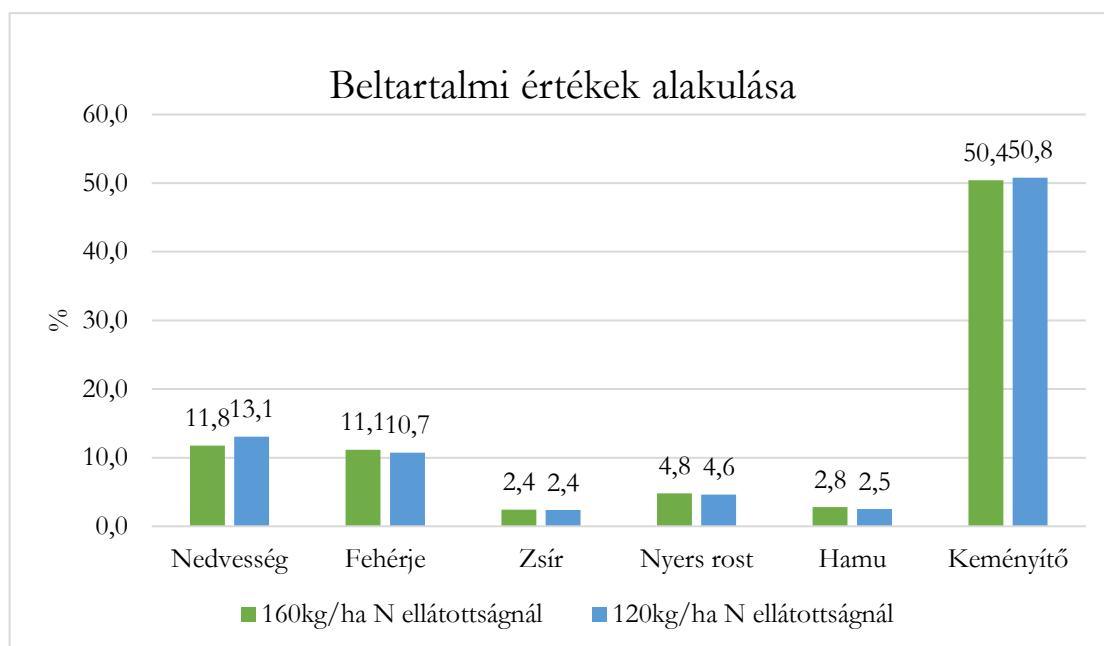
(Forrás: Saját adatok, 2023)

A táblázatból megfigyelhető, hogy a 120kg/ha nitrogén műtrágya mindössze a szemtermés N-igényét fedezte. A 160kg-os hatóanyag ellátottság pedig a szemterméshez elegendőnek bizonyult.

A N-mérleg mindkét ellátottság esetén negatív, azaz a kijuttatott műtrágya hatóanyagának egészét a növény felhasználta, azonban nem volt elegendő ahhoz, hogy az árpa termésének teljes igényét fedezze. A növény a talajból felvehető ásványi nitrogént hasznosította.

Az árpa szemtermésének beltartalmi értékei is meghatározásra kerültek, ezek értékeit a 6. ábra szemlélteti.

6. ábra: A vizsgált árpák beltartalmi értékei

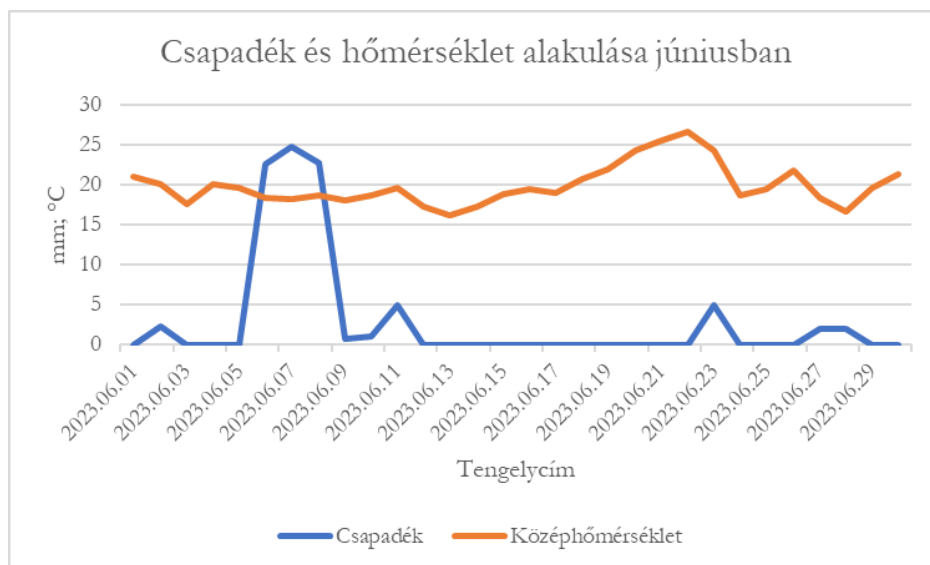


(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

A szemnedvesség alakulásánál megfigyelhető, hogy a magasabb N ellátottságú szemek átlagosan alacsonyabb nedvességtartalommal rendelkeztek. Az 1.táblázatban az őszi és tavaszi árpa átlagos kémiai összetételét foglaltam össze TOMCSÁNYI-TURCSÁNYI (2004) alapján. Az eredményeimet összevetve azokkal, elmondható, hogy a mért fehérje és zsírtartalom nem különbözik jelentősen egyik általános értéktől sem. Mindkét N-ellátottságú állomány szemtermésének nyersrosttartalma alacsonyabb a tavaszi árpa átlagos nyersrosttartalmánál. A 120kg/ha N-ellátottságú állomány hamuból is kevesebbet tartalmaz az átlagos értékeknél.

Jelentős eltérés a keményítőtartalomban jelentkezik. Az 1.táblázat adatait megtekintve látható, hogy mind az őszi, mind a tavaszi árpák átlagosan 60% keményítőt tartalmaznak, ezzel szemben az általam vizsgált árpákban mintegy 10%-kal kevesebb áll rendelkezésre. Ennek oka a júniusi időjárás kedvezőtlen alakulása lehet. Az alacsonyabb keményítőtartalmú szemek malátázási értéke is alacsonyabb, mivel kevesebb erjeszhető szénhidrátot tartalmaz a szem. A júniusi időjárás alakulása a 7. ábrán látható.

7. ábra: Júniusi csapadék és középhőmérséklet alakulása



(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

Az éréskor beköszöntő magas hőmérséklet és a csapadék hiánya a szakirodalmak szerint a szemtelítődés csökkenését okozza. Mivel a szem nagy hányadát a keményítő teszi ki, emiatt a szem tömege is csökkent. Ez pedig a fehérjetartalomra, az ezermagtömegre és a hektolitertömegre, illetve az osztályozottságra is kihatással van. Ezek kapcsolatát a következő táblázat értékei alapján értékelem. A betakarított szemtermést az Axereal Hungary Kft. vette át, ahol megállapításra kerültek a minőséget jellemző értékek. A sörárpa minőségi paramétereit meghatározó MSZ-08 1326 szabvány értékeit a 2. táblázatban szemléltettem. A 12. táblázatban az általam vizsgált árpa értékeit vetettem össze annak határkövetelményeivel.

12. táblázat: Az árpa minőségi paramétereit

	120kg/ha N ellátottságnál	160kg/ha N ellátottságnál	Határkövetelmény
Víztartalom %	13	12,1	max. 14,5
Értéktelen, szemét, %	2	2	max. 2
Fehérjetartalom, %	12,5	12,9	max. 12,5
Hektolitertömeg	57,8	57,9	min. 65
Osztályozottság >2,5	71,6	65,9	min. 70
Osztályozottság <2,2	4,7	5,6	max. 5
Csírázóképesség %	93	93	min. 92

(Forrás: Saját adatok, 2023)

Összevetve az eltérő N-ellátottságú területekről lekerülő termést, elmondható, hogy a N-műtrágya csökkentése célnak megfelelően befolyásolta a szem fehérjetartalmát. A csírázóképeség a sörárpa esetében döntő jelentőségű a maláta előállításához, a mért értékek az elvártnak megfeleltek, azonban a mindkét esetben mért 93% a határértéket alig haladta meg. A hektolitertömeg jóval alulmúlta a várt eredményeket mindkét állomány esetében. A minimum követelmény 65 kg/hl, ezzel szemben a vizsgált árpa hektolitertömege mindössze 57,8 kg/hl az alacsonyabb-, 57,9 kg/hl a magasabb nitrogénellátottság esetén.

Az osztályozottság szintén kedvezőtlenül alakult főként a magas N-ellátottságú állomány termését tekintve. A 2,5mm-nél nagyobb szemek aránya mindössze 65,9, a 2mm-nél kisebb szemek aránya pedig a határértéket átlépő 5,4%. A 120kg/ha nitrogénnel ellátott állomány esetében a malátázásra alkalmas szemek aránya 71,6, amely csak kis mértékben haladja meg a határkövetelményt. KÁDÁR (2013) sörárpában a túlzott nitrogén-trágyázás hatására hasonló minőségromlást figyelt meg, azonban az általam vizsgált mindkét területről betakarított termés hektolitertömege alacsony. Ennek oka a keményítőtartalomnál említett, érési időszak során jelentkező magas hőmérséklet lehet. Az árpa kalászának felső harmada rengeteg kis méretű, ún. léha szemet tartalmazott, ami megmagyarázza az osztályozottság és a hektolitertömeg alacsony értékeit. Amint már említettem, a szem tömegének csökkenése a minőséget is kedvezőtlenül befolyásolta. A szakirodalmak szerint minél alacsonyabb a szem keményítőtartalma, a fehérje annál magasabb, ez a sörárpa minőségét pedig jelentősen rontja. Az állomány az érés időszakában helyenként megdőlt, több szerző véleménye szerint a minőség romlásához ez is hozzájárul.

Az ezermagtömeg szintén nagyon alacsony értékeket adott mindkét esetben. A kevesebb nitrogénnel ellátott állomány ezermagtömege 39g; a 160kg/ha-os nitrogénellátottságú állományé pedig 35,8g. A sörárpa esetében 40-48g lenne a legjobb érték, azonban az időjárásnak a szemek tömegére gyakorolt kedvezőtlen hatása ebben is megmutatkozik.

Habár az érés idejében beköszöntő hirtelen meleg a szemek fejlődését negatívan befolyásolta, az alacsonyabb nitrogénellátottság pozitívan hatott az ezerszemtömeg alakulására és az osztályozottságra is. Az osztályozottság az alacsonyabb N-ellátás következtében határkövetelmény feletti értéket eredményezett, és a 2,2mm alatti szemek mennyisége is kevesebb lett. A dolgozatom célkitűzése teljesült, mivel az alacsony N-ellátottságú állomány termése az osztályozottság, fehérjetartalom és csírázóképeség viszonylag kielégítő értékei következtében a sörárpa átvételi követelményeinek megfelelt.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- Az eredmények alapján megállapítható, hogy a szem fehérjetartalmának csökkentése céljából szükség volt a nitrogén műtrágya adagok csökkentésére. Az alacsonyabb nitrogénellátottság következtében az őszi árpa fehérjetartalma és osztályozottsága a söripari kritériumoknak megfelelt, tehát a minőség a célnak megfelelően változott.
- Az érés idejében fellépő magas hőmérséklet és a betakarítás előtti viharos szél az árpa minőségének alakulására negatívan hatott. Az ezerszemtömeg, hektolitertömeg, osztályozottság emiatt a vártnál alacsonyabb lett.
- A szemek beltartalmi értékét vizsgálva az eltérő nitrogénellátottság következtében azok között jelentős eltérés nem mutatkozott. A beltartalmi értékek közül a keményítőtartalom az átlagosnál alacsonyabb értéket mutatott mindkét esetben, ennek oka szintén az időjárás kedvezőtlen alakulása lehetett.
- A söripari követelményeknek megfelelő állomány 1t szemtermés és a hozzá tartozó melléktermékének nitrogénigénye 24 kg volt, ami magasabb, mint egy hagyományosan tavasszal vetett sörárpáé, és alacsonyabb, mint a takarmányárpáké. A nitrogénmérés alapján az állomány a 7t/ha átlagterméssel 120kg nitrogént vett fel, tehát a kijuttatott műtrágya mindössze a szem nitrogénigényét fedezte.
- A nitrogén harvest index számításával kiderült, hogy az árpa által felvett N 70%-a a szembe, 30%-a pedig a szalmába került. A nitrogén műtrágya eltérő mennyiségével ez csak kismértékben változott.
- Azért, hogy a kísérlet további folytatásával pontosabb eredményeket kaphassunk, a talaj nitrogénszolgáltató képességének vizsgálatára volna szükség. Ezáltal alaposabb információkat kaphatnánk a talaj felvehető nitrogéntartalmának mennyiségéről, így a nitrogén mérleg is informatívabbá válna. A természetes nitrogénszolgáltató képesség ismeretében meghatározható lenne a növény nitrogén hasznosítási hatékonysága is.
- A nitrogén hatásának pontos nyomonkövetése érdekében szükség lenne kontroll parcellára, ami lehetővé tenné a különbségek összehasonlítását a kezelt és kezeletlen területek között.
- A különböző fenológiai fázisokban vett növényminták számának növelése közelebbi képet nyújtana a növény nitrogénellátottságáról. A bokrosodáskor és virágzás előtt vett minták vizsgálata követhetőbbé tenné a növény tápanyagkoncentrációjának változását a fejlődése során. Az eltérő nitrogénellátottság hatásáról a több ismétlésben végzett műtrágya-kijuttatások szintén pontosabb információkat nyújtanának.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A sörárpa termesztésében hagyományosan a kétsoros, tavaszi árpákat használják, azonban egyre elterjedtebb az őszi vetésű, kétsoros árpafajták használata is. Dolgozatomban azt vizsgáltam, hogy az eredetileg takarmányárpának szánt őszi, hatsoros fajta minőségére az eltérő nitrogén műtrágyázás milyen hatást gyakorol. A vizsgálataim főként arra irányultak, hogy a csökkentett nitrogénellátás a termés fehérjetartalmát olyan mértékben befolyásolja-e, hogy az a söripari kritériumoknak megfeleljen.

A vizsgált állományban a második fejtrágyázást leszámítva minden kezelés megegyezett. A március végi nitrogén fejtrágyázás során a vizsgált terület fele 40kg hatóanyaggal kevesebbet kapott. Így a terület azon részére összesen 120kg/ha, másik felére pedig 160kg/ha hatóanyag került kijuttatásra. Ahhoz, hogy a növény nitrogénellátottságáról pontos képet kapjak, szükség volt a növény, a szem- és szalmatermés nitrogéntartalmának meghatározása

A mérések eredményeiből meghatározható a termés fehérjetartalma, amely a söripari célra szánt árpa fontos, minőséget meghatározó tényezője. Az árpaszemek beltartalmi értékeinek vizsgálata továbbá információt szolgáltatott a termés keményítőtartalmáról, ami a sörárpa malátázhatóságát nagy mértékben meghatározza. A nitrogénmérések alapján elmondható, hogy a 120kg/ha nitrogénellátottságú állomány ugyanennyi nitrogént hasznosított a 7t/ha átlagterméshez. A mérések eredményeit az időjárási adatokkal együtt értékeltem. Az eredményekből kiderült, hogy a betakarítást megelőző hónap időjárása kedvezőtlenül befolyásolta mindkét terület terméseredményét. Ugyanakkor az alacsonyabb nitrogénellátottságú állomány termése söripari szempontból előnyösebb értékeket ért el. A több nitrogénben részesült árpa terméséhez képest a fehérjetartalma alacsonyabb, az ezerszemtömege és osztályozottsága magasabb lett.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőm, Dr. Tóth Zoltán tanszékvezető úrnak, aki segítségével és hasznos tanácsaival hozzájárult dolgozatom elkészítéséhez.

Köszönettel tartozom továbbá Schöphen Eszternek és a Növénytermesztési-tudományok Intézet Agronómiai Tanszék Talajtermékenységi Laboratórium további munkatársainak, akik a mérések elvégzésével segítettek dolgozatomat.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- ANTAL J. (szerk., 2005): Növénytermesztéstan 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p 391.
- BALÁZSY Á. – SÁRDI K. (2011): A Tápanyagellátás, a Száraztömeg És a Növényi K-Tartalom Összefüggései Sörárpánál. Növénytermelés, 60: 5–23.
- BERTHOLDSSON N. O. (1999): Characterization of malting barley cultivars with more or less stable grain protein content under varying environmental conditions. European Journal of Agronomy, 10, 1. sz.:1–8. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(98\)00043-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(98)00043-4)
- BIRCH C. J. - FUKAI S. - BROAD I. J. (1997): Estimation of Responses of Yield and Grain Protein Concentration of Malting Barley to Nitrogen Fertiliser Using Plant Nitrogen Uptake. Australian Journal of Agricultural Research, 48: 635–648.
<https://doi.org/10.1071/a96094>
- BIRKÁS M. (szerk., 2006): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- CARRECK. N. L. – CHRISTIAN D. G. (1993): The Effect of the Previous Crop on the Growth, Nitrogen Uptake and Yield of Winter Barley Intended for Malting. Journal of the Science of Food and Agriculture, 62, 2.sz.: 137–145,
<https://doi.org/10.1002/jsfa.2740620206>
- FISCHL G. (1995): A szántóföldi növények betegségei.
- FÜLEKY GY. (2007): Agrokémia: Mezőgazdasági mérnök hallgatók részére. Kari jegyzet, Gödöllő.
- Füzet. Akadémia Kiadó. Budapest.
- HORVÁTH J. (szerk., 1995): A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
[https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(98\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(98)00135-7)
- IVÁNYI K. – KISMÁNYOKY T. – RAGASITS I. (1994): Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- KÁDÁR I. – CSATHÓ P. (2013): N-Cu kölcsönhatások szabadföldi tavaszi árpa kísérletben. Agrokémia és Talajtan, 62: 345-358. DOI:[10.1556/Agrokem.62.2013.2.12](https://doi.org/10.1556/Agrokem.62.2013.2.12)
- KÁDÁR I. (2000): Az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) műtrágyázása karbonátos vályog csernozjom talajon. Növénytermelés, 49: 661-675.
- KÁDÁR I. (2011): A műtrágyázási szaktanácsadás alapelve és módszere. Növénytermelés, 60: 137-155. <https://doi.org/10.1556/novenyterm.60.2011.2.8>

- KÁDÁR I. (2012): A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet első évtizedének tanulságai. Magyar Tudományos Akadémia ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest.
- KÁDÁR I. (2013): A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet tanulságai 1984-2000. Magyar Tudományos Akadémia ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest.
- KISMÁNYOKY T. – BALÁZS J. – BERECH K. – DEBRECZENI B-né – TÓTH Z. (2008): A tápelemek tápanyagforgalmának vizsgálata szabadföldi tartamkísérletekben. OTKA Kutatási Jelentések <http://real.mtak.hu/1601/>
- KSH (2023): Az árpa termelése vármegye és régió szerint https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0073.html (Megtekintve: 2023.10.29.)
- KSH (2023): Gabonafélék felvásárlási átlagára [Ft/tonna] https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0013.html (Megtekintve: 2023.10.29.)
- LINKO M. – HAIKARA A. – RITALA A. – PENTTILÄ M. (1998): Recent advances in the malting and brewing industry. *Journal of Biotechnology*, 65: 85–98.
- LŐRINCZ J. (1984): A sörárpa termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- MUÑOZ-AMATRIÁN M. – CISTUÉ L. – XIONG Y. – BILGIC H. – BUDDE A. D. – SCHMITT M. R. – SMITH K. P. – HAYES P. M. – MUEHLBAUER G. J. (2010): Structural and Functional Characterization of a Winter Malting Barley. *Theoretical and Applied Genetics*, 120: 971–984. <https://doi.org/10.1007/s00122-009-1225-9>
- MURÁNYI I. – SIMON A. (szerk., 2005): A kompolti őszi árpa nemesítés helye Európában. *Gazdálkodás*, 49: 66-74. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.54859>
- MURÁNYI I. (szerk., 2004): Az őszi és tavaszi árpa nemesítés eredményei a klímaváltozás összefüggéseiben. *Gazdálkodás*, 47: 128-135. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.208834>
- NARZISS L. (1981): A sörgyártás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- PETHŐ M. (1998): A növényélettan alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- PRŽULJ N. – DRAGOVIĆ S. – MALEŠEVIĆ M. - MOMČILOVIĆ V. - MLADENOV N. (1998): Comparative performance of winter and spring malting barleys in semiarid growing conditions. *Euphytica*, 101: 377–382. <https://doi.org/10.1023/A:1018388430317>
- SÁRDI K. (2003): Agrokémia: A növénytáplálás alapjai. Kari jegyzet, Keszthely.
- SAYGILI I. (2023): Barley yield and malt quality affected by fall and spring planting under rainfed conditions. *PeerJ*, 11: 797. <https://doi.org/10.7717/peerj.15802>
- SILLER A. – HASHEMI M. – WISE C. – SMYCHKOVICH A. – DARBY H. (2021): Date of Planting and Nitrogen Management for Winter Malt Barley Production in the Northeast, USA. *Agronomy*, 11: 797. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040797>

- STEFANOVITS P. – FILEP GY. – FÜLEKY GY. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- STOCKINGER E. J. (2021): The Breeding of Winter-Hardy Malting Barley. *Plants*, 10: 1415.
<https://doi.org/10.3390/plants10071415>
- TOMCSÁNYI A.–TURCSÁNYI G. (2004): Az árpa. Magyarország Kultúrflórája. VIII. kötet. 14.
- TÓTH N. – MURÁNYI I. – BÓDI Z. (2009): Az Árpa Söripari Tulajdonságainak Vizsgálata. *Növénytermelés*, 58: 93–111. <https://doi.org/10.1556/novenyterm.58.2009.1.9>
- TÓTH N. (2011): A környezeti tényezők hatása az árpa és a maláta söripari tulajdonságaira. Doktori értekezés, Gödöllő.
- ULLRICH S. E. (2010): Barley: Production, Improvement, and Uses. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.

Internetes források:

- http1:<https://www.agrarszektor.hu/noveny/20180601/uj-trend-oszi-vetesu-sorarpa-10876>
 (Megtekintve: 2023.10.19.)
- http2: RETSCH SM200 https://laboreszkozkatologus.hu/termek/retsch-sm-100-sm-200-es-sm-300-tipusu-laboratoriumi-vagodaralo/?fbclid=IwAR1vVm9JsSOKQZJgBf8Sp347hn2RC1S_Cfv_mGX4GfCRqaT8rx1ojqhFJww (Megtekintve: 2023.10.29.)
- http3: FRITSCH Analysette 3 Spartan Pulverisette https://www.fritsch-international.com/sample-preparation/sieving/vibratory-sieve-shakers/details/product/analysette-3-spartan/?fbclid=IwAR1sP1foVJ-pqqD42yyBT_7QhYJuxZvzVbP15rAbfrR_rAdy-wXtDnykwAM (Megtekintve: 2023.10.29.)
- http4: FOSS NIRS™ DS2500 F https://www.agriexpo.online/prod/foss/product-171680-14620.html?fbclid=IwAR17zmTi9LPeS0Qbcq54Qsvli6wrCtGYbCtKh7e_QSB3UxCa1zArlOMaEU (Megtekintve: 2023.10.29.)
- http5:<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/1646809/HI.2020+%C5%91szi+%C3%A1rpa.pdf/21b734d3-4f7d-44f5-0428-0ce0b6db4c21?t=1615899837438> (Megtekintve: 2023.10.25.)

8. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. ábra	RETSCH SM200	22
2. ábra:	FRITSCH Analysette 3 Spartan Pulverisette	22
3. ábra:	Elementar Vario MACRO Cube CHN analizátor	23
4. ábra:	FOSS NIRS™ DS2500 F takarmány elemző	23
5. ábra:	Havi középhőmérséklet és csapadékmennyiség 2022 októberétől 2023 júliusig	24
6. ábra:	A vizsgált árpa beltartalmi értékei	28
7. ábra:	Júniusi csapadék és középhőmérséklet alakulása	29
1. táblázat:	Az árpa szemtermésének átlagos kémiai összetétele	7
2. táblázat	MSZ-08 1326 szabvány	8
3. táblázat:	A KH Malko fajta terméseredményei.....	13
4. táblázat:	Az őszi és tavaszi árpa 1 t termésével felvett tápanyagok	15
5. táblázat:	NPK-ellátás és a sörárpa légszáraz összetétele	17
6. táblázat:	A talaj tulajdonságai.....	20
7. táblázat:	Az őszi árpa termesztésének elemei	21
8. táblázat:	A N-mérés eredményei.....	25
9. táblázat:	A szemek fehérjetartalma.....	26
10. táblázat:	Az 1 t termékkel felvett nitrogén mennyisége.....	26
11. táblázat:	1 ha-ról kivont N mennyisége, nitrogénmérleg	27
12. táblázat:	Az árpa minőségi paraméterei	29

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Vörösmarty-Peczkó Dóra
A Hallgató Neptun kódja: P8EG0N
A dolgozat címe: Nitrogén műtrágyázás hatása az őszi árpa minőségére
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia Tanszék

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.

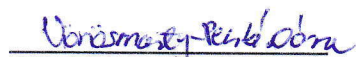
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor 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: 2023. év 11. hó 5. nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Vörösmarty-Peczkó Dóra (P8EG0N) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Keszthely, 2023. november 6.


belső konzulens