

SZAKDOLGOZAT

Vas Nóra Erna

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kertészettudományi Intézet

Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

Kertészmérnöki alapképzési szak

**FRISSPIACI BROKKOLI FAJTÁK MENNYISÉGI ÉS MINŐSÉGI
ÖSSZEHASONLÍTÁSA**

Belső konzulens:

Dr. Balázs Gábor
adjunktus

Belső konzulens
tanszéke:

Zöldség- és
Gombatermesztési
Tanszék

Készítette:

Vas Nóra Erna

MATE Budai Campus

2024

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzés.....	4
2.	Szakirodalmi áttekintés.....	6
2.1	Származás és rendszertan.....	6
2.2	Ökológiai igény	7
2.2.1	Hőigény	7
2.2.2	Fényigény	8
2.2.3	Vízigény	9
2.2.4	Talajigény	9
2.2.5	Tápanyagigény.....	10
2.3	A brokkoli gazdasági jelentősége.....	10
2.4	Fajtatípusok, fajtahasználat.....	11
2.5	Termesztési változatok	12
2.6.1.	Tenyészterület	14
2.6.2.	Fenológiai fázisok.....	15
2.6	Növényvédelem.....	16
2.6.1	Káposztafélék betegségei	16
2.6.2	Gyomirtás	17
2.7	Táplálkozásban betöltött szerepe, táplálkozási értékei	18
3.	Anyag és módszer	20
3.1	Fajtaválasztás.....	20
3.1.1	<i>MONTOP</i> brokkoli fajta jellemzése	20
3.1.2	<i>BESTY</i> brokkoli fajta jellemzése	21
3.2	Termesztési kísérlet	22
3.3	MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság hőmérséklet-viszonyai	24

3.4	Vizsgálatok	26
3.4.1	Szabadföldi vizsgálatok	26
3.4.1.1	Szemrevételezési módszer	26
3.4.1.2	Fejtömeg és termésátlag mérésének módszere	26
3.4.2	Laboratóriumi vizsgálatok	27
3.4.2.1	Szárazanyag-tartalom mérésének módszere	27
3.4.2.2	Refrakció-mérésének módszere	27
3.4.2.3	Klorofill-tartalom mérésének módszere	28
3.4.2.4	Polifenol-tartalom mérésének módszere	28
3.4.2.5	Antioxidáns-kapacitás mérésének módszere	28
4.	Eredmények és értékelésük	30
4.1.	Szemrevételezés eredményei	30
4.1.1.	Palántanevelés, egyedfejlődés jellemzői	30
4.1.2.	Kiültetést követő egyedfejlődés	30
4.1.3.	Fejtömeg és termésátlag mérésének eredménye	31
4.2.	Laboratóriumi mérések eredményei	32
4.2.1.	Szárazanyagtartalom-tartalom mérésének eredménye	32
4.2.2.	Refrakció-mérésének eredménye	33
4.2.3	Klorofill-tartalom mérésének eredménye	33
4.2.4	Polifenol-tartalom mérésének eredménye	34
4.2.5	Antioxidáns-kapacitás eredménye	35
5.	Következtetések és javaslatok	36
6.	Összefoglalás	39
7.	Köszönetnyilvánítás	41
8.	Irodalomjegyzék	42
9.	Táblázatok és ábrák jegyzéke	49

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A brokkoli (*Brassica cretica convar. botrytis provar. italica*) története évezredekre nyúlik vissza, a görögök már 2500 éve ismerték, és a mai Olaszország területén 2000 éve termesztik és fogyasztják (Buck, 1956). A középkor óta számos különféle brokkoliváltozatot hoztak létre, melyek közül több még ma is termesztethető. Az évszázadok alatt világszerte egyre népszerűbbé vált, mára pedig az egyik legfontosabb táplálkozási alapanyag, köszönhetően gazdag tápanyagtartalmának és egészségügyi előnyeinek. A brokkoli kiemelkedő szerepet játszik a korszerű táplálkozásban, mivel jelentős vitamin-, ásványianyag- és antioxidáns-forrásként ismert, ezért mind a frisspiacon, mind az élelmiszeriparban nagy keresletnek örvend.

Világszintű termesztőterülete a karfiollal együtt körülbelül 1,3–1,5 millió hektárra becsülhető, éves termesztett mennyisége pedig 25,5 millió tonna/év. A legnagyobb termelők közé tartozik Kína, India, az Egyesült Államok, valamint néhány európai ország, például Olaszország és Spanyolország. Kína és India a világ brokkoli- és karfioltermelésének több mint 70%-át adja (World population review, 2024). A brokkoli termésátlaga globálisan általában 6–15 tonna/hektár között mozog, de ez nagymértékben függ az adott ország termesztési gyakorlatától, az öntözési és tápanyagellátási szinttől, valamint a fajták genetikai tulajdonságaitól. Intenzív termesztési körülmények között, például az Egyesült Államokban vagy Spanyolországban, akár 20–25 tonna/hektár termésátlag is elérhető (Tridge, 2020; Siomos, 2022). A brokkolit jellemzően magról szaporítják, amelyeket fóliasátorban vagy üvegházban nevelnek palántákká. A palántákat 4–6 hetes korukban ültetik ki a szabadföldre, ahol a megfelelő sor- és tőtávolság (gyakran 40–60 cm tőtáv és 50–70 cm sortáv) hozzájárul a fejméret optimalizálásához és a hozam növeléséhez. A termesztési ciklus alatt kiemelt figyelmet fordítanak az öntözésre és a tápanyag-utánpótlásra is a magas minőségű termés eléréséhez.

A brokkoli növénytermesztési jelentőségének áttekintésekor számos szempont merül fel. A szakirodalomból kiderül, hogy a brokkoli igényei több tényezőhöz kötődnek, beleértve a hőmérsékleti viszonyokat, a fényerőt, a vízellátást, valamint a megfelelő tápanyag-utánpótlást. Ezek az ökológiai igények meghatározzák, hogy milyen körülmények között lehet sikeresen termesztetni, és hogyan lehet maximalizálni a hozamot, illetve a növény minőségét.

A brokkoli növények tápanyagigénye különösen magas, így a nitrogén, foszfor és kálium helyes arányú adagolása elengedhetetlen a virágfejek megfelelő fejlődéséhez. A károsítók elleni védekezés szintén kiemelt figyelmet igényel, mivel a keresztesvirágúak családjába tartozó brokkoli könnyen áldozatául eshet olyan kártevőknek, mint a káposztalepkék vagy a földibolhák. A modern nemesítési technológiák célja, hogy olyan hibrideket hozzanak létre, amelyek ellenállóbbak a betegségekkel és környezeti stresszekkel szemben, így növelve a termés hozamot és a piaci versenyképességet.

A szakdolgozatom célja, hogy két világszerte elismert brokkolifajta, a SYNGENTA *MONTOP* és a SYNGENTA *BESTY* hazai körülmények közötti termesztési eredményeit hasonlítsam össze. A vizsgálatokat a MATE Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaságában végeztem, ahol különböző szabadföldi (szemrevételezés, fejtömegmérés és termésátlag) és laboratóriumi (szárazanyag-, klorofill-, antioxidáns-, refrakció- és polifenol-tartalom) mérésekkel értékeltem a fajták teljesítményét. Ezek a laboratóriumi eredmények részletes képet adnak a fajták beltartalmi értékeiről, amelyek fontosak a piac és a fogyasztók számára egyaránt. A szabadföldi vizsgálatok keretében rendszeresen nyomon követtük a növények fejlődését és a környezeti tényezőkre adott válaszaikat. Különös figyelmet fordítottam a hozamra, a növekedési jellemzőkre, a minőségre, valamint a fajták környezeti feltételekhez való alkalmazkodóképességére.

Az eredmények összegzése és a fajták összehasonlítása alapján javaslatokat tettem a két fajta hazai körülmények közötti alkalmazására.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 Származás és rendszertan

A brokkoli (*Brassica cretica* convar. *botrytis* provar. *italica*) a keresztesvirágúak (*Brassicaceae*) családjába tartozó növény, amelynek eredete és géncentruma Vavilov munkája alapján a Földközi-tengeri övezetből származik (Balázs *et al*, 2004; Stansell *et al*, 2020). Legközelebbi rokona a karfiol (*Brassica cretica* convar. *bortytis*), de a többi káposztafélékhez is nagyon közel esik genetikailag.

Eredetének és termesztésének története szorosan összefonódik a mediterrán térséggel, különösen Olaszországgal, ahol termesztését először dokumentálták.

A brokkoli valószínűleg a vadkáposztából (*Brassica oleracea*) fejlődött ki szelektív nemesítéssel. A 6. századtól kezdve különböző formáit termesztették a mediterrán térségben, különösen Itáliában, ahol "broccolo" néven vált ismertté, ami a káposztafélék családjába tartozó növény minden kiálló hajtását jelentette. Termesztésének jelentős fejlesztése a 18. és 19. században történt, amikor angol és dán kertészek nagy fejű fajtákat szelektáltak ki, amelyek ma is népszerűek világszerte (Fang *et al*, 2021).

A genetikai kutatások kimutatták, hogy a brokkoli különböző fajtái gazdag genotípusos diverzitással rendelkeznek, amelyeket a nemesítési programok során használnak fel a növények betegségekkel szembeni ellenálló képességének és tápértékének növelésére (Stansell *et al*, 2020; Makenzie *et al*, 2020).

Bár a brokkoli természetes körülmények között lágyszárú, évelő növény, a termesztési gyakorlatban általában egyévesként termesztik. Ez azt jelenti, hogy a növényt egy szezon alatt termesztik, magvetéssel és palántázással szaporítják, majd az első virágzás betakarítását követően az állományt felszámolják. Az egyévesként történő termesztés lehetővé teszi a termelők számára a vetésforgó alkalmazását, amely hozzájárul a talaj egészségének megőrzéséhez, és csökkenti a talajban felhalmozódó kártevők és betegségek mennyiségét. Emellett a brokkoli viszonylag rövid növekedési periódusa – fajtától és körülményektől függően körülbelül 60–150 nap – lehetővé teszi az évi több betakarítást, ha a környezeti feltételek megfelelőek, ahol a brokkoli első- és másodvetésként is alkalmazható a frisspiaci igények szerint.

2.2 Ökológiai igény

A brokkoli a szubtrópusi éghajlati övezetből származik, és jól viseli a vízhiányt, valamint hidegtűrőbb a trópusi vidékekről származó más zöldségfajokkal összevetve (Balázs *et al.*, 2004). Az ökológiai igények szempontjából termesztése specifikus feltételeket igényel, amelyek közé tartozik a megfelelő hőmérséklet, talajminőség és vízellátás.

A brokkoli termesztése különböző éghajlati zónákban is sikeres lehet, de optimálisan a mérsékelt éghajlatú területeken fejlődik. A növény hidegtűrő, és enyhe fagyokat is elvisel, ami lehetővé teszi a tavaszi és őszi termesztést is. A hőmérséklet szempontjából optimális növekedési hőmérséklete 18-23°C között van. Az ennél magasabb hőmérsékletek csökkenthetik a termés minőségét és hozamát (Islam *et al.*, 2021).

Eredeti származási helyén, a Földközi-tengeri övezetben, a növény alkalmazkodott a viszonylag száraz és mérsékelt éghajlati körülményekhez. A talajminőség szempontjából a jó vízelvezetésű, tápanyagban gazdag talajokat kedveli, amelyek pH-ja 6-7 közötti. A megfelelő talajnedvesség fenntartása érdekében gyakran alkalmaznak öntözést és talajtakarókat (mulcsokat) a vízveszteség csökkentése és a talaj nedvességtartalmának megőrzése érdekében (Islam *et al.*, 2021; Montgomery *et al.*, 2021).

A korszerű nemesítési technikák jelentősen megnövelték termesztetőségét különböző éghajlati és talajkörülmények között. A nemesítés célja, hogy olyan fajtákat hozzanak létre, amelyek jobban ellenállnak a betegségeknek, kártevőknek, valamint a különböző éghajlati stresszhatásoknak, például a szárazságnak és a hőmérséklet-ingadozásoknak. Ezek a fejlesztések hozzájárulnak a terméshozam növekedéséhez és a termesztés kockázatainak csökkentéséhez (Castle *et al.*, 2022).

A genetikai kutatások lehetővé teszik a brokkoli specifikus tulajdonságainak átültetését más növényekbe, illetve a fajták genetikai diverzitásának kihasználását a nemesítési programok során. A célzott genetikai módosítások révén a növények ellenállóbbá válhatnak a különböző környezeti stresszhatásokkal szemben, ami növeli a termelés hatékonyságát és fenntarthatóságát (Islam *et al.*, 2021; Montgomery *et al.*, 2021).

2.2.1 Hőigény

A brokkoli termesztése szempontjából a hőmérséklet az egyik legfontosabb tényező, amely jelentősen befolyásolja a növény növekedését, fejlődését és terméshozamát. Optimális

hőmérsékleti igénye különbözik az egyes termesztési fázisokban, és a nem megfelelő hőmérsékleti körülmények komoly károkat okozhatnak.

Optimális növekedési hőmérséklete 18-23°C között van. Ezen a hőmérsékleten a növény gyorsan növekszik, és a virágfejek megfelelő méretűek és minőségűek lesznek. Az ennél magasabb hőmérsékletek, különösen 25°C felett, csökkenthetik a termés minőségét és hozamát, valamint a virágfejek kifejlődését is akadályozhatják (Chai *et al*, 2023; Lin *et al*, 2015).

A brokkoli virágfejének képződését alacsony hőmérséklet indukálja. Kutatások kimutatták, hogy a 17°C/9°C (16 óra/8 óra) hőmérsékletű kezelés jelentősen elősegíti a virágfejek képződését a növényen, míg a magasabb hőmérsékleti körülmények között (25°C/17°C) tartott növények vegetatív állapotban maradnak, és nem képződnek virágfejek (Chai *et al*, 2023).

A magas hőmérséklet és a vízállás jelentős stresszt jelenthet a brokkoli számára, ami a terméshozam csökkenéséhez vezethet. A magas hőmérséklet (40°C) alatt végzett proteomikai elemzések azt mutatták, hogy a növények különböző stresszfehérjéket termelnek, amelyek segítenek a hőstressz elleni védekezésben. Ezek a fehérjék és a kapcsolódó génexpressziós változások lehetővé teszik a növények számára, hogy jobban alkalmazkodjanak a hőmérsékleti stresszhez (Lin *et al*, 2015).

Magjainak csírázása optimálisan 10-30°C közötti hőmérsékleten történik. Az ideális hőmérsékleti tartomány a csírázáshoz 20-25°C között van, amely elősegíti a gyors és egyenletes csírázást. A túl alacsony vagy túl magas hőmérsékletek késleltethetik a csírázást, vagy a csíranövények elhalását okozhatják.

2.2.2 Fényigény

Tekintettel arra, hogy a szubtrópusi éghajlati övezetből származik, jól alkalmazkodik a különböző fényviszonyokhoz. Azonban a megfelelő növekedés és a bőséges termés érdekében fontos a megfelelő fényintenzitás biztosítása.

A brokkoli általában nappalközömbös növény, ami azt jelenti, hogy a virágzás és a fejképződés szempontjából nem függ a nappalok hosszától. Ennek köszönhetően különböző évszakokban is termesztethető, bár a legjobb eredményeket a tavaszi és őszi ültetésekkel lehet elérni, amikor a hőmérséklet mérsékeltebb (Gao *et al*, 2021; Guo *et al*, 2023).

A megfelelő fényintenzitás nemcsak a növekedést, hanem a fitokémiai tartalmát is befolyásolja. Kutatások kimutatták, hogy a brokkoli mikrogreens termesztése során a 50 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ fényintenzitás optimális a növekedés szempontjából, míg a 70 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

fényintenzitás előnyösebb a fitokémiai anyagok, mint a klorofill, flavonoidok és glükoszínolátok tartalmának növelése érdekében (Gao *et al*, 2021).

2.2.3 Vízigény

Termesztésében a vízellátás kritikus szerepet játszik, mivel csak megfelelő öntözéssel biztosítható a biztonságos és kielégítő termés. A magyar éghajlat csapadékmennyisége gyakran nem elegendő a brokkoli optimális növekedéséhez, ezért az öntözés elengedhetetlen.

Az öntözővíz minősége jelentősen befolyásolja növekedését és hozamát. A magas sótartalmú víz negatív hatással lehet a növényre, csökkentve a termés minőségét és mennyiségét. Az optimális vízminőség biztosítása érdekében fontos a sótartalom és a vízben oldott anyagok rendszeres ellenőrzése. A megfelelő vízkezelési és talajkondicionáló technikák alkalmazása, mint például a komposzt és a mulcsozás, segíthet a talaj vízmegtartó képességének növelésében és a vízhasznosítás hatékonyságának javításában (Machado *et al*, 2017).

Vízigénye a növekedési fázisok szerint változik. Fiatal növények esetén gyakrabban van szükség öntözésre, míg az érettebb növények mélyebb és ritkább öntözést igényelnek. Az optimális vízellátás biztosítása érdekében a talajnedvesség szintjének folyamatos monitorozása ajánlott. A talajnak állandóan nedvesnek kell maradnia, de nem szabad túl nedvesnek lennie, mivel a pangó víz gyökérrothadást okozhat. A csepegtető öntözés az egyik leghatékonyabb módszer a brokkoli termesztésében, mivel közvetlenül a gyökérzónába juttatja a vizet, csökkentve a párolgási veszteségeket (Patra *et al*, 2022; Johnson *et al*, 2016).

Csak öntözve ad biztonságos és kielégítő termést, Magyarországon különösen öntözést igényel a biztos és magas hozam érdekében. A csepegtető öntözés mellett a mulcsozás is hozzájárul a vízhasznosítás hatékonyságának növeléséhez, mivel segít megőrizni a talaj nedvességtartalmát és csökkenti a gyomnövények növekedését. A megfelelő öntözési stratégia alkalmazása lehetővé teszi a vízfelhasználás optimalizálását és a növények egészséges növekedésének biztosítását (Patra *et al*, 2022).

2.2.4 Talajigény

Termesztéséhez a megfelelő talajminőség és összetétel biztosítása kritikus szerepet játszik a növény egészséges növekedésében és a bőséges termés elérésében.

A brokkoli a jól vízelvezető, tápanyagban gazdag talajokat kedveli, amelyek pH-értéke 6,0 és 7,0 között van. A talajnak megfelelő mennyiségű szerves anyagot kell tartalmaznia, hogy támogassa a növény fejlődését. A komposzt és más szerves anyagok hozzáadása javítja a talaj

szerkezetét és vízmegtartó képességét, ami különösen fontos a sekély gyökérzetének megfelelő nedvességtartalom biztosításához (Liu *et al*, 2023).

2.2.5 Tápanyagigény

A brokkoli nagy tápanyagigényű növény, amely rendszeres tápanyagellátást igényel. A nitrogén, foszfor és kálium megfelelő arányban történő biztosítása alapvető fontosságú a növény optimális növekedéséhez és a virágfejek kialakulásához. Az optimális tápanyagutánpótlás érdekében javasolt az 5-10-10 arányú műtrágya használata három héttel a palánták kiültetése után (Ollio *et al*., 2024).

Termesztése során fontos, hogy a növény megfelelő mennyiségű és arányú makro- és mikroelemekhez jusson, amelyek biztosítják a növekedést és a termés hozamot. Az 1. táblázat bemutatja a brokkoli fajlagos tápanyagigényét 1 tonna nyers virágfejre, illetve termésre vonatkozóan (Ollio *et al*, 2024; Balázs *et al*, 2004).

Makroelemek	Mikroelemek
Nitrogén (N): 6,2kg	Vas (Fe): 20-30 g
Foszfor (P): 2,4kg	Mangán (Mn): 10-20 g
Kálium (K): 7,5kg	Cink (Zn): 10-15 g
Kalcium (Ca): 2-3 kg	Réz (Cu): 5-10 g
Magnézium (Mg): 0,3-0,5 kg	Bór (B): 20-30 g
Kén (S): 0,2-0,3 kg	Molibdén (Mo): 0,5-1 g

1. táblázat: Brokkoli tápanyagigénye 1 tonna nyers virágfejre vonatkozóan (Ollio *et al*, 2024; Balázs *et al*, 2004).

Magas tápanyagigénye miatt fontos a megfelelő műtrágyázási stratégia alkalmazása. A nitrogén különösen fontos a vegetatív növekedés szempontjából, míg a foszfor és a kálium a gyökérfejlődést és a virágfejek kialakulását támogatja. A mikroelemek közül a bór és a molibdén is különösen fontos, mivel ezek a virágfejek minőségének és mennyiségének javításában játszanak szerepet.

2.3 A brokkoli gazdasági jelentősége

A brokkoli gazdasági szempontból növekvő jelentőséggel bír a zöldségtermesztésben. Az utóbbi évtizedekben termesztése dinamikusan növekedett (Balázs, 2004).

Termesztése jelentős jövedelemforrást biztosít a kertészek és mezőgazdasági termelők számára, különösen azokban a régiókban, ahol az éghajlati és talajadottságok ideálisak a növény számára. A brokkoli nemcsak a belföldi piacokon, hanem a nemzetközi kereskedelemben is fontos szerepet játszik, mivel a friss zöldség iránti kereslet folyamatosan növekszik. Az Európai Unióban, az Egyesült Államokban és Ázsia számos országában a brokkoli fogyasztása elterjedt (Balázs, 2004).

2020-ban a világon a brokkoli és karfiol termesztésének összesített területe 1,357,186 hektár volt, amelyből Európa a harmadik helyen áll Kína és India után, a termelési terület és a hozam tekintetében is jelentős részesedéssel bírva (Siomos *et al*, 2022). A mediterrán országok különösen fontos szerepet játszanak a brokkoli termesztésében, ahol az európai termelési terület 57,9%-a található, és az európai termelés 61,8%-át adják.

A friss brokkoli mellett a fagyasztott termékek is keresettek, amelyek hosszabb eltarthatósági idővel rendelkeznek, és szélesebb fogyasztói réteget érnek el. Az élelmiszeriparban számos feldolgozott formában jelenik meg a piacon, különösen a mélyfagyasztott készételek, vagy háztartási sütéssel készre készíthető ételek körében, ami további bevételi forrást jelent a feldolgozóipar számára.

A brokkoli termesztése hozzájárul az egészséges táplálkozás népszerűsítéséhez is, ami közvetett módon csökkenti az egészségügyi kiadásokat. A brokkoli gazdag vitaminokban, ásványi anyagokban és antioxidánsokban, amelyek számos egészségügyi előnnyel járnak, például csökkenthetik a szív- és érrendszeri betegségek, valamint a rák bizonyos típusainak kockázatát. Az egészséges táplálkozás iránti növekvő igény növeli az iránta való keresletet, ami tovább erősíti gazdasági jelentőségét (Balázs, 2004).

A FruitVeB jelentése szerint a brokkoli és más káposztafélék termesztése Magyarországon 2019-ben összesen 3.500 hektáron zajlott, ebből körülbelül 510 hektár fólia alatt. A teljes termelt mennyiség fóliákban 34 ezer tonna, míg szabadföldön 86 ezer tonna volt, így összesen 120 ezer tonnát tett ki. Bár a brokkoli termesztése növekvő tendenciát mutat, még mindig nem különítik el a karfioltól az összesítésekben. A brokkoli iránti kereslet növekedése különösen a feldolgozott termékek, mint a fagyasztott termékek iránt mutatkozik meg. A gazdasági összesítésekben a karfioltól nem elkülönítve, együttesen található meg az éves termelt mennyiség, amely a két növényre együtt 12.900 tonnát jelent a 2011-2019-es évek átlagában (FruitVeB-Bulletin, 2019).

2.4 Fajtatípusok, fajtahasználat

Termesztés során a fajta kiválasztása meghatározó tényező, amely befolyásolja a termés mennyiségét, minőségét és a termesztési folyamat hatékonyságát. A fajtahasználat szempontjai közé tartoznak a növekedési szokások, a betegségekkel és kártevőkkel szembeni ellenálló képesség, a termés minősége, valamint a piaci igényeknek való megfelelés.

A brokkoli fajtákat morfológiai jegyek alapján is osztályozhatjuk, például a növekedési típus szerint, amely lehet alacsony, közepes vagy magas szárú. A lombzat nagysága, a virágzat színe és szerkezete szintén fontos szempont, hiszen ezek befolyásolják a növény megjelenését és az érési időszakot is. Egyes fajták nagyobb, tömöttebb virágzatot képeznek, míg mások kisebb, könnyebben bontható rózsákat növesztenek, amelyek ideálisak lehetnek friss fogyasztásra és piacra kerülő termékekre. A rózsza nagysága fajtától függően 10-20 cm átmérőjű is lehet, főrózsza tömege pedig akár 200-600 gramm is lehet.

A brokkoli sikeres termesztéséhez figyelembe kell venni a fajták biológiai tulajdonságait is, amelyek meghatározzák a növények stressztűrő képességét és terméshozamát. Az olyan tényezők, mint a szárazságtűrés, páraszegénység-tűrés, valamint a hőtűrés, kulcsfontosságúak, különösen a változó éghajlati viszonyok mellett. Bizonyos fajták ellenállóbbak a hőingadozásokkal szemben, míg mások hajlamosabbak a szívrothadásra vagy az üregesedésre.

A brokkoli fajták tenyésztési ideje szerint is kategorizálhatók: a rövid tenésztidejű fajták 55-65 nap alatt érik el a betakarítható állapotot, míg a közepes tenésztidejűek 65-75 napig fejlődnek. A hosszabb tenésztidejű fajták esetében 75-100 nap szükséges a megfelelő növekedéshez, így ezek inkább hosszabb termesztési szezonra vagy késő őszi betakarításra javasoltak (Balázs *et al*, 2004).

Magyarországon több brokkoli fajtát is termesztünk, amelyek különböző tulajdonságokkal rendelkeznek, így alkalmazkodva az eltérő termesztési feltételekhez és igényekhez. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) fajtajegyzéke tartalmazza azokat a brokkoli fajtákat, amelyek termesztése engedélyezett és ajánlott az országban. A NÉBIH 2023-as fajtajegyzékében jelenleg 14 fajta található, de köztük nem található meg a jelen szakdolgozatban vizsgált *MONTOP* és *BESTY* fajták a SYNGENTA-tól.

2.5 Termesztési változatok

A brokkoli termesztésének céljai az egyes felhasználási módoknak megfelelően eltérő termesztési módszereket és tulajdonságokat kívánnak meg. A friss fogyasztásra szánt brokkoli más jellemzőkkel rendelkezik, mint amit a konzervipar vagy mirelit termékként történő feldolgozás igényel. A brokkoli különböző termesztési céljai eltérő tulajdonságokat igényelnek a növénytől. Míg a friss fogyasztásra szánt brokkoli esetében a megjelenés és frissesség a legfontosabb, addig a konzervipar és a mirelit termékek esetében a feldolgozási ellenállóképesség, a szerkezeti stabilitás és az egyenletes méret kritikus tényezők. A megfelelő

fajtaválasztás és termesztési gyakorlatok tehát kulcsszerepet játszanak a brokkoli sikeres felhasználási céljainak elérésében.

A friss fogyasztásra termesztett brokkolinál a legfontosabb tényező a megjelenés, az íz, a tápanyag-tartalom és a frissesség. A friss piacra termesztett brokkoli esetében nagy hangsúlyt fektetnek a színegyensúlyra és a virágfejek szorosságára. A friss brokkoli akkor vonzó a fogyasztók számára, ha a virágzat sűrű és kompakt, a zöld szín pedig intenzív, amit a magas klorofill-tartalom biztosít. A hűtési lánc fenntartása kulcsfontosságú a frissesség megőrzéséhez, és a szállítás során különös figyelmet kell fordítani a sérülékenységre.

A friss fogyasztásra szánt brokkoli termesztésében a gyorsan növő fajták előnyösek, mert ezek biztosítják a folyamatos ellátást a piacra. Ezek a fajták általában magas víztartalommal rendelkeznek, ami hozzájárul a roppanó textúrához.

A konzervipari célokra termesztett brokkoli esetében a textúra, a méret és a kémiai összetétel is jelentős szerepet játszik. A konzervgyárak számára fontos, hogy a brokkoli fajtái ellenálljanak a feldolgozás során fellépő hőhatásoknak, és megőrizték szerkezetüket és ízüket a konzerválási eljárás után is. A magas rosttartalom például segít megőrizni a brokkoli állagát a konzerválás során, míg az alacsony víztartalom előnyös lehet, mert csökkenti a feldolgozás közbeni összeesést.

A feldolgozás során a brokkolit gyakran kisebb darabokra vágják, így a virágzat és a szár aránya, valamint a méret egyenletessége különösen fontos a konzervipar számára (Fernandez-Leon *et al*, 2013).

A mirelit ipar számára termesztett brokkolinál a gyors fagyasztásra alkalmas fajták előnyt élveznek, mivel a gyors fagyasztás segít megőrizni a növény szerkezetét, ízét és tápanyagait. A fagyasztás során a brokkolinak meg kell őriznie zöld színét, és fontos, hogy ne veszítsen túl sok vizet a fagyasztási folyamat alatt. A túl magas víztartalom a fagyasztás után a brokkoli szerkezetének összeeséséhez és minőségének romlásához vezethet (Gonçalves *et al*, 2011).

A mirelit termékek előállításához olyan fajtákat választanak, amelyek vastagabb szárúak, és jól ellenállnak a fagyasztás során bekövetkező kristályképződésnek. Az ipar igényei szerint a brokkoli egyenletesen aprított darabjai jól fagyaszthatók és felolvasztás után is megőrzik eredeti állagukat és ízüket.

A brokkoli termesztése és művelési módjai jelentősen eltérhetnek a világ különböző régióiban a helyi éghajlati viszonyok, gazdasági lehetőségek és a rendelkezésre álló

technológiai fejlettség függvényében. A megfelelő művelési mód kiválasztása kulcsfontosságú a magas hozamok és a jó minőség eléréséhez.

Ültetésnél gyakran használnak palántákat, amelyek átültetésre kerülnek a szántóföldi környezetbe. A palántázás lehetővé teszi a termesztési szezon optimalizálását, mivel a növények gyorsabban fejlődnek és kevesebb időt töltenek a szabadban, ahol különböző stressztényezők, például kártevők vagy kedvezőtlen időjárási körülmények érhetik őket.

A brokkoli betakarítása történhet kézi úton vagy gépesített eszközökkel, attól függően, hogy milyen célú felhasználásra termesztik. A szántóföldi művelés során nagy területeken termesztett brokkolit gyakran géppel takarítják be, különösen azokban az országokban, ahol a munkaerő költsége magas. Az Egyesült Államokban, különösen Kaliforniában, nagy mértékben gépesített rendszereket alkalmaznak, amelyek magas termelékenységet biztosítanak, ugyanakkor figyelmet fordítanak a vízhasználat csökkentésére is, különösen az aszály sújtotta területeken, azonban a gépi betakarítás pontossága nem mindig biztosítja az optimális minőséget, mivel a virágzat könnyen megsérülhet (Pargi *et al*, 2024; USDAVIS, 2024).

Ezzel szemben Európa egyes részein, például Spanyolországban, a kisebb, intenzív gazdaságokban kézi szedést és csepegtető öntözést alkalmaznak a magas minőségű brokkoli előállításához, ahol fontos szempont a megfelelő időzítés, mivel a brokkoli virágfeje gyorsan megnyílhat, és elveszítheti piaci értékét, amely a friss piacokra és exportra kerül. A munkások gondosan választják ki a megfelelő fejlettségű növényeket, ami növeli a friss piacra szánt brokkoli minőségét.

Az ázsiai régiókban, különösen Kínában, ahol a brokkoli fogyasztása gyorsan növekszik, egyre inkább a mechanizált rendszerek és a modern öntözési technológiák kerülnek előtérbe a hatékonyság növelése érdekében (Wang *et al*, 2022). A helyi környezeti feltételek, mint például az éghajlat és a víz elérhetősége, nagyban befolyásolják, hogy melyik termesztési módszer a legmegfelelőbb az adott régióban.

2.6.1. Tenyészterület

Termesztési hatékonysága és hozama nagyban függ a megfelelő tenyészterület és ültetési sűrűség kiválasztásától. Az optimális tenyészterület biztosítása fontos a növények egészséges növekedéséhez, a tápanyagok és a víz megfelelő felhasználásához, valamint a fény és a levegő eloszlásának optimalizálásához.

Tenyészterületének meghatározásánál figyelembe kell venni a sor- és tőtávolságot, amely befolyásolja a növények közötti versenyt a fényért, vízért és tápanyagokért. Általában a brokkoli sortávolsága 30-50 cm között változik, míg a növények közötti távolság 45-60 cm között lehet. Az optimális sűrűség biztosítja, hogy a növények elegendő helyet kapjanak a fejlődéshez, és csökkenti a betegségek terjedésének kockázatát (Shellenberg *et al*, 2009; Zhang *et al*, 2021). Egy tanulmány kimutatta, hogy a 45 cm x 45 cm-es és a 45 cm x 60 cm-es sor- és tőtávolságok közötti különbségek jelentős hatással vannak a brokkoli növekedési paramétereire és hozamára. A szélesebb tőtávolságok általában nagyobb növényfejeket eredményeztek, ami magasabb hozamot és jobb minőséget biztosított (Patra *et al*, 2022).

Egyes kutatók szerint a növények közötti távolság optimalizálása érdekében a 30-50 cm közötti tőtávolságok a legmegfelelőbbek, mivel ezek biztosítják a megfelelő tápanyag- és vízellátást, valamint csökkentik a betegségek kialakulásának kockázatát. A megfelelő sor- és tőtávolságok alkalmazása növeli a növények közötti szellőzést, ami kedvezően hat a növekedésre és a hozamra (Singh *et al*, 2018). Más kutatások kimutatták, hogy az alacsonyabb ültetési sűrűség nagyobb fejméretet és jobb minőséget eredményezhet, míg a magasabb sűrűség nagyobb összhozamot biztosíthat, de kisebb fejekkel. Fontos megtalálni az egyensúlyt az optimális hozam és a kívánt fejméret között (Shellenberg *et al*, 2009).

2.6.2. Fenológiai fázisok

Fenológiai fázisai több szakaszból állnak, amelyek meghatározzák a növény fejlődési ciklusát. Ezek a szakaszok magukban foglalják a csírázást, a vegetatív növekedést, a kötődést és a virágfejek kialakulását.

A brokkoli magjai optimális hőmérsékleten (20-25°C) 4-7 napon belül csíráznak. A csírázás során a magok vízfelvétellel megduzzadnak, majd a gyököcske és a csíranövény kibújik a talajból. A megfelelő talajnedvesség és hőmérséklet kulcsfontosságú a gyors és egyenletes csírázáshoz (Terassi *et al*, 2021; Park *et al*, 2022).

A vegetatív növekedési fázisban a brokkoli gyorsan fejlődő leveleket és szárat növeszt. Ebben a szakaszban a növény nagy mennyiségű nitrogént igényel, amely elősegíti a levelek és a vegetatív szervek növekedését. A talaj tápanyag-ellátottságának fenntartása érdekében gyakran alkalmaznak nitrogén-műtrágyázást (Park *et al*, 2022).

A brokkoli virágfejeinek (fürtjeinek) képződése a vegetatív növekedés végén kezdődik. Ekkor a növény átkapcsol a generatív növekedésre, és megkezdődik a virágfejek kialakulása. A

virágfejek fejlődése során a megfelelő foszfor- és kálium-ellátás kulcsfontosságú, mivel ezek az elemek támogatják a sejtosztódást és a virágok fejlődését. A brokkoli fürtjei tömörök és kompaktak, amelyek az optimális termesztési feltételek mellett alakulnak ki (Terassi *et al*, 2021; Park *et al*, 2022).

Ezek a fenológiai szakaszok részletesen meghatározzák a brokkoli fejlődési ciklusát, és segítenek a termesztési gyakorlatok optimalizálásában a magas hozam és a kiváló minőségű termés elérése érdekében.

2.6 Növényvédelem

A brokkoli ipari léptékű növényvédelmi terve még nem alakult ki Magyarországon, mivel többnyire kisebb gazdaságok időszakos növényeként termesztik többségében. Kártevőit és kórokozóit a keresztesvirágúak és más káposztafélék kártevői között kell keresnünk a közeli rokonság okán. A növényvédelmi stratégiáknál az integrált termesztés elveinek sikeres alkalmazásához elengedhetetlen a kártevők és betegségek rendszeres monitorozása, valamint a megfelelő beavatkozási küszöbértékek meghatározása. Ennek a módszernek a segítségével csökkenthető a vegyszerek környezetre gyakorolt káros hatása, miközben biztosítható a termés mennyisége és minősége. Szükséges esetben megelőző intézkedések, a biológiai védekezés, valamint a kémiai növényvédő szerek használata merülhet fel.

2.6.1 Káposztafélék betegségei

A brokkolit gyakran támadják a peronoszpóra (*Hyaloperonospora brassicae*), a káposztafélék xantomonászos feketeerűsége (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) és a káposztafélék alternáriás betegsége (*Alternaria brassicae*, *Alternaria brassicicola*). A peronoszpóra különösen veszélyes lehet nedves környezetben, és a növények levelein sárgás foltokat okoz, amelyek később nekrotikussá válhatnak. A megelőző védekezés fontos lépése a megfelelő szellőzés biztosítása a sorok között és a túlzott nedvesség elkerülése. A rezisztens fajták kiválasztása és a vetésforgó alkalmazása csökkenti a fertőzés kockázatát. A vírusos betegségek közül a káposztafélék mozaikját érdemes még figyelemmel kísérni a termesztés során.

A brokkoli egyik legjelentősebb kártevői a tavaszi káposztalégy (*Delia radicum*), amelynek lárvái a gyökérnyaknál károsítanak. Ezen kívül a keresztesvirágú földibolhák (*Phyllotreta* spp.) is súlyos károkat okozhatnak a csíranövényekben, különösen a korai fejlődési szakaszban. Számottevő károkat okozhat még a káposzta-levéltetű (*Brevicorine brassicae*), a

káposzta-bagolylepke (*Mamestra brassicae*) és a dohánytripsz (*Thrips tabaci*). A kártevők elleni védekezés során fontos a megelőzés, például a vetésváltás és a természetes ellenségek (mint a parazitoidok és ragadozó rovarok) alkalmazása. A biológiai védekezési módszerek közé tartozik a *Bacillus thuringiensis* alapú bioinsecticidek alkalmazása, amelyek hatékonyak a hernyók ellen, miközben kímélik a környezetet.

2.6.2 Gyomirtás

A brokkoli termesztése során a gyomirtás kiemelt figyelmet igényel, mivel a gyomok jelentős termésvesztést okozhatnak, különösen a korai növekedési szakaszban, amikor a növény még nem képes hatékonyan elfojtani a gyomokat. A káposztafélék, így a brokkoli is, tápanyagban gazdag talajon kerülnek termesztésre, gyakran istállótrágya alkalmazásával, ami elősegíti a gyomok elszaporodását.

Az egyéves gyomok, amelyek gyorsan csíráznak és terjednek a tápanyagban gazdag talajokon a leggyakoribb károsítók. Magyarországon a következő gyomnövények fordulnak elő gyakran:

- Pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris*): Egyéves gyom, amely gyors növekedésével konkurál a brokkolival a tápanyagokért és a fényért.
- Vadrepce (*Sinapis arvensis*) és repcsényretek (*Raphanus raphanistrum*): Keresztesvirágú gyomok, amelyek a káposztafélék rokonai, így különösen nehéz ellenük kémiai úton védekezni.
- Szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*) és fehér libatop (*Chenopodium album*): Mindkettő agresszív, gyorsan növekvő gyom, amelyek súlyosan veszélyeztethetik a termés hozamot.
- Apró gombvirág (*Galinsoga parviflora*) és porcsin keserűfű (*Polygonum aviculare*): Szintén gyorsan terjedő, gyomirtásra érzékeny növények.
- Ebszékfű (*Anthemis arvensis*) és varjúmák (*Hibiscus trionum*): Ezek az egyéves gyomok a brokkoli korai szakaszában problémát okozhatnak, különösen, ha nincs megfelelő gyomirtás alkalmazva.

Az évelő gyomok szintén komoly gondot jelentenek, különösen, ha nem irtják ki őket az előveteményekből. Ezek közül a legfontosabbak Magyarországon:

- Apró szulák (*Convolvulus arvensis*): Egy mélyen gyökerező évelő gyom, amely rendkívül nehezen irtható ki mechanikai vagy kémiai módszerekkel.

- Községes tarackbúza (*Elymus repens*): Gyakori évelő gyom, amely erőteljes rizómáival terjed, és hatékony védekezés szükséges ellene, különösen a vetésforgóban.

A brokkoli esetében fontos, hogy a gyomirtás hatékony legyen a növény korai fejlődési szakaszában, mivel a brokkoli kezdetben gyomnevelő, záródás után azonban már képes fojtani a gyomokat. Az évelő gyomokat célszerű az előveteményből kiirtani mechanikai módszerekkel, például szántással vagy vegyszeres kezeléssel, hogy a gyommentes talaj biztosítható legyen a brokkoli számára.

A herbicidek alkalmazása szintén fontos eleme a gyomirtásnak, de figyelembe kell venni, hogy a brokkoli érzékeny növény. Ezért a megfelelő herbicidek kiválasztása és alkalmazása kulcsfontosságú.

2.7 Táplálkozásban betöltött szerepe, táplálkozási értékei

A brokkoli egyike azon zöldségeknek, amelyek kiemelkedően fontosak a korszerű táplálkozásban, mivel rendkívül gazdag tápanyagokban és egészségügyi előnyökben. Vitamintartalma különösen figyelemre méltó, magas C-vitamin- és K-vitamin-tartalma mellett jelentős mennyiségű B-vitamint is tartalmaz, amelyek fontosak az energiatermelés és az idegrendszer megfelelő működése szempontjából (Fabbri, 2016; Mohammed *et al*, 2023).

Alacsony kalóriatartalma miatt ideális választás lehet a diétázók számára, miközben magas ásványi anyagokat szolgáltat, mint például a kalcium és a vas. Ezek az ásványi anyagok fontosak a csontok és az immunrendszer egészségének megőrzése szempontjából (Fabbri, 2016).

Különleges tulajdonsága, hogy olyan íz- és zamatanyagokat tartalmaz, amelyeket mással nem pótolhatunk. Az energiában szegény, mégis tápanyagban gazdag jellege miatt elengedhetetlen eleme a kiegyensúlyozott táplálkozásnak (Mohammed *et al*, 2023).

A brokkolit általában főzve fogyasztjuk, bár egyesek előszeretettel fogyasztják nyersen is, hogy a legtöbb tápanyagot megtartsák belőle. Azonban fontos megjegyezni, hogy mivel sok vizet tartalmaz, csak korlátozott ideig tárolható szobahőmérsékleten. Mélyhűtött, mirelit formában azonban hosszabb ideig eltartható anélkül, hogy elveszítené tápértékét (Fabbri, 2016).

A brokkoli termesztési sajátosságai speciálisak, és általában kizárólag emberi táplálkozási célra termesztik. Ennek ellenére a nagy hozzáadott értéke miatt fogyasztása egyértelműen hozzájárulhat egészségünk megőrzéséhez és javításához. Fogyasztott része az

éretlen virágrész és a kapcsolódó szárrész, amelyekben koncentráltan megtalálhatóak az említett tápanyagok és ízanyagok, így rendkívül sokoldalúan felhasználható az egészséges táplálkozásban és kulináris élvezetekben egyaránt (Mohammed *et al*, 2023).

Gazdag C-vitaminban (aszcorbinsav), amely fontos szerepet játszik az immunrendszer erősítésében és a bőr egészségének megőrzésében. Emellett jelentős mennyiségben tartalmaz A-vitamint (karotinoidok formájában), ami a látás és a bőr egészsége szempontjából elengedhetetlen. K-vitaminban is bővelkedik, amely nélkülözhetetlen a véralvadás és a csontok egészsége szempontjából (Fabbri, 2016).

A brokkoli ásványi anyag tartalma is figyelemre méltó. Kiemelkedő a kalcium tartalma, amely a csontok és a fogak erősségét biztosítja. Emellett jelentős mennyiségű káliumot is tartalmaz, ami a szív- és érrendszer egészséges működéséhez szükséges. A vas tartalma révén hozzájárul a vérképzéshez és az oxigén szállításához a szervezetben (Fabbri, 2016).

Antioxidánsok terén különösen gazdag glükozinolátokban, amelyek segítenek a szervezetnek a rák elleni védekezésben. Emellett tartalmaz flavonoidokat és más polifenolokat, amelyek gyulladáscsökkentő hatásúak és védik a sejteket az oxidatív stressz káros hatásaitól (Fabbri, 2016; Mohammed *et al*, 2023).

A brokkoli ezen tápanyagok gazdag forrásaként hozzájárul a kiegyensúlyozott és egészséges táplálkozáshoz, elősegítve számos krónikus betegség megelőzését és kezelését.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 Fajtaválasztás

A szakdolgozatomban két, Magyarországon is hozzáférhető brokkoli fajta termesztési lehetőségeit és fajtajellemzőik különbségeit vizsgáltam a hazai viszonyokhoz igazítva. A két vizsgált fajta a Syngenta által forgalmazott *MONTOP* és *BESTY* fajták, amelyekről a forgalmazó az alábbi, a termelőket célzó tájékoztatást nyújtja. Ezek az információk különösen fontosak a fajtaközi különbségek megértésében, valamint a termesztési stratégiák optimalizálása érdekében Magyarország sajátos éghajlati és talajviszonyai között.

3.1.1 *MONTOP* brokkoli fajta jellemzése

A *MONTOP* brokkoli kifejezetten a frisspiaci értékesítésre lett nemesítve. Ez a fajta rövid tenészedővel rendelkezik, körülbelül 63-65 nap alatt éri el a szedési érettséget, ami rövidebb időt jelent a betakarításig a versenytársaihoz képest. Elsősorban fődíszszaki termesztésre ajánlott, szabadföldi körülmények között, amely a február és július közötti időszakban ültethető. A korai és nyári ültetés is jellemző rá, így széleskörűen alkalmazható többféle termesztési ciklusban is.

Fejátlagsúlya 0,6 és 1,2 kilogramm között mozog, amely közepes méretű, tetszetős fejeket jelent, melyek szerkezete tömör és gömbölyű (1. ábra). Ez a típus kiválóan megfelel a frisspiaci követelményeknek, mivel megjelenésük vonzó, piacos. A növény magas tápanyagigényt mutat, amely a termés minőségéhez és a hozam maximalizálásához fontos tényező. A javasolt



1. ábra: SYNGENTA MONTOP katalógusfotó, <https://www.syngentavegetables.com/hu-hu/product/seed/brokkoli/montop>

tenészterület 65x45 cm, amely elegendő helyet biztosít a megfelelő fejméret és minőség kialakulásához.

3.1.2 *BESTY* brokkoli fajta jellemzése

A *BESTY* szintén frisspiaci értékesítésre szánt fajta, azonban kicsit hosszabb tenyészidővel rendelkezik, mint a *MONTOP*. A teljes érési ideje 70-75 nap, amely szintén főidőszaki termesztésre alkalmas. Szabadföldi körülmények között leginkább tavaszi és nyári ültetésben alkalmazható, márciustól augusztusig történő ültetési időszakban.

A *BESTY* brokkoli fejeinek átlagsúlya nagyobb, 1,0-1,5 kilogramm közötti. Gomba-típusú, tömör fej jellemzi, amely kisebb méretű, de kompakt szerkezetű, amely szintén jól megfelel a frisspiaci igényeknek (2. ábra). Ez a fajta különösen jól teljesít rossz minőségű talajon is, ami előnyt jelent a kevésbé optimális termesztési körülmények között. Kifejezetten jól reagál az ilyen típusú talajokra, ahol más fajták kevésbé sikeresek. Az ajánlott tenyészterületről azonban nem áll rendelkezésre pontos adat.



Mindkét fajta a frisspiacra való termelés szempontjából előnyös tulajdonságokkal rendelkezik, ugyanakkor a két fajta közötti legnagyobb különbség a fej méretében, szerkezetében és a termőtalaj minőségére adott válaszaikban jelentkezik.

2. ábra: SYNGENTA *BESTY* katalógusfotó,
<https://www.syngentavegetables.com/en-gb/product/seed/broccoli/besty>

3.2 Termesztési kísérlet

A fajtatulajdonságok összehasonlítását a MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaságában, Soroksáron volt lehetőségem elvégezni. A Tangazdaságban rendelkezésre álltak a megfelelő eszközök és berendezések a kísérlet elvégzésére, valamint a termőtalaj szerkezeti tulajdonságai régóta ismertek, ezen kívül a meteorológiai állomásról gyűjtött adatok alapján visszakövethetők és a későbbiekben összevethetők más területek adataival.



3. ábra: MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, kísérleti terület, Soroksár légifotó, 2024, GoogleMaps

A Tangazdaságról készült légifotón azonosítható a palántanevelésre használt fóliasátor, valamint sárga kereszttel megjelölésre került a kiültetés helye (3. ábra).

A termesztési folyamat 2024. április 10-én kezdődött a fóliasátorban, amikor a



4. ábra: Ültetésre kész palánták - Besty és Montop, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság 2024.május 15.

vetőmagokat közvetlenül sejttálcákba vetettük. Mindkét fajta esetében összesen 480 palánta

állt rendelkezésre, amelyek három-három tálcában helyezkedtek el, minden tálcán 10x16 cellával (4. ábra).

A palánták kiültetésére 2024. május 15-én került sor, 5 héttel a vetést követően. Az ültetést megelőzően a palántákat még a fóliasátorban előzetesen alaposan beöntöttük az ültetés sikere és a növények kellő vízellátásának biztosítására.

A termeszőterület előzetesen gyomirtós kezelést kapott, valamint rotálást, így az egyenletes talajfelszín is kialakításra került. Az 5. ábrán látható az ültetési gyommentes talaj és a szórófejes öntözőrendszer.



5. ábra: Területelőkészítés, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság 2024. május 15.

Az ültetési távolságot 50x60 cm-es sor- és töltávolságban határoztuk meg, minden fajtából három sort ültettünk, így fajtánként 400 palántát telepítettünk (6. ábra).



6. ábra: Sorközök kitűzése, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság 2024. május 15.

A kísérlet során 4-4 darab, 20 palántából álló mintát választottunk, és hogy elkerüljük a szegélyhatást, minden sor elején és végén további 3-3 db kelkáposzta palántát ültettünk,

valamint a brokkoli sorokat kelkáposzta és karalábé sorokkal kereteztük, elrendezésüket a 7. ábra szemlélteti.



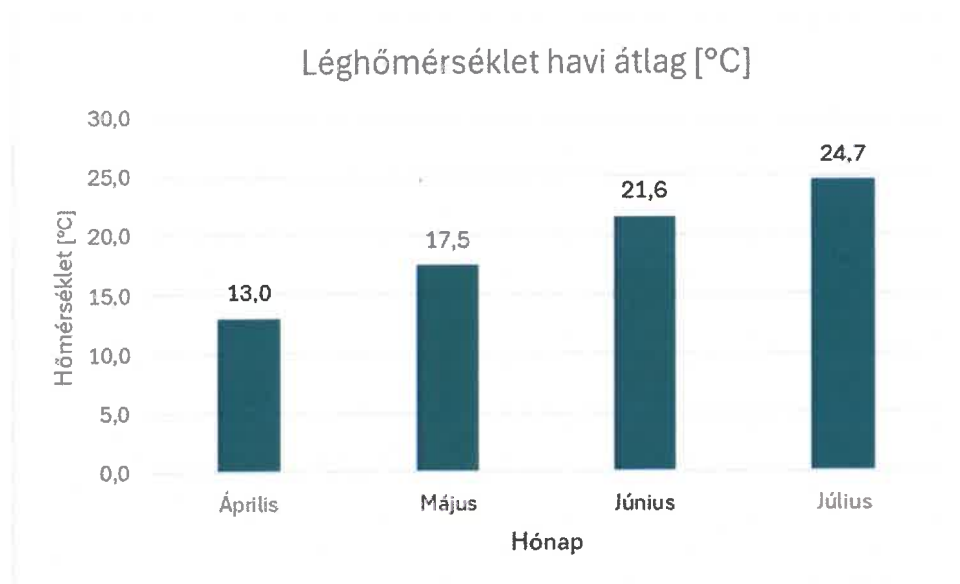
7. ábra: Kiültetés elrendezése, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, 2024. május 15.

A területen 2024. június 12-én, közel 4 héttel az ültetést követően került sor az első gyomlálásra és kapálásra kézi erővel, egyéb kezelést a növényállomány nem kapott.

A *MONTOP* fajtából a szedés 2024. július 2-án, a *BESTY*-ből 2024. július 9-én történt meg, a vetéstől számított 83. és 90. napokon, az ültetéstől számított 48. és 55. napokon.

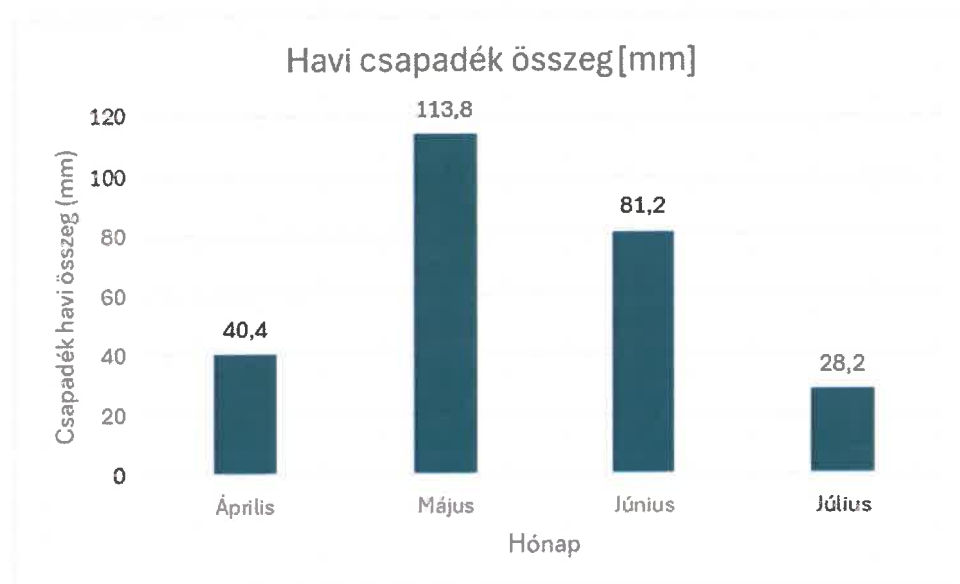
3.3 MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság hőmérséklet-viszonyai

A Tangazdaság rendelkezik meteorológiai állomással, ahonnan a termesztési kísérlet idejére részletes adatokat kaptam. A beérkezett adatok szerint a hőmérséklet havi átlaga és a csapadék havi összege a következőképpen alakult az 8. és 9. ábra szerint:



8. ábra: Átlaghőmérséklet alakulása a kísérlet idején havi bontásban, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, 2024. április – július.

A termesztési kísérlet során a havi átlaghőmérséklet (8. ábra) a Magyarországon várható mértékben alakult. A palánták kiültetését követően a hőmérséklet folyamatosan emelkedett az évszaknak megfelelően májusban 17,5 °C, majd a vegetatív fejlődés során 21,6 °C-ig emelkedett. A szedéskori hőmérséklet július elején 24,7 °C-ra nőtt.



9. ábra: Havi csapadék mennyisége a kísérlet idején, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, 2024. április-július

A havi csapadékmennyiségek egyenletlenül alakultak (9. ábra), májusban a 113,8 mm kiugrónak számított, a júniusi 81,2 mm megfelelő a fejlődéshez, míg július rendkívül száraznak minősült (28,2 mm).

3.4 Vizsgálatok

3.4.1 Szabadföldi vizsgálatok

3.4.1.1 Szemrevételezési módszer

A szemrevételezés során részletesen megfigyeltem a különböző brokkolifajták betegségekkal szembeni ellenálló képességét, a levélállomány növekedési ütemét és a gyomelnyomó képességet. Ezen túlmenően értékeltem a vegetatív és generatív szervek közötti arányokat, a virágzatok fejlődési sebességét, az érés idejét, valamint a virágzatok egyenletes érési képességét. Kiemelt figyelmet fordítottam a virágzat formájára, tömörségére és általános esztétikai megjelenésére, hiszen ezek a frisspiaci értékesítés során fontos minőségi szempontok. Az érzékszervi vizsgálatok keretében a virágzat színét is megállapítottam, ami további információt ad a növény piaci alkalmasságáról.

3.4.1.2 Fejtömeg és termésátlag mérésének módszere

A szabadföldi mérések során a szedéskori friss súlyt digitális mérleggel mértem meg, amelyből a kísérlet során tapasztalt termésátlagot kalkuláltam, a fejtömeg egyenletessége mérhető meg. Ezek az adatok kulcsfontosságúak a frisspiaci brokkoli esetében, ahol az egyenletes fejméret és súly a fogyasztói kereslet egyik fő szempontja. Az ismételésekből vett 10-



10. ábra: Tömeg mérésre használt mérleg, MATE Kísérleti Üzem és Tagozdaság, 2024. július

10 db egyed egyenkénti tömegmérését, az ezekből számított átlagos fejtömeget, az eredmények szórását és az átlagtól való relatív szórását kalkuláltam. A termésátlagot a fejtömeg mérési adatainak átlagából és az ültetési sor- és tőtávból kalkulált egy hektárra számított értékéből kaptam meg. A méréshez a 10. ábrán látható digitális mérleget használtam, amely 5 g pontossággal adja meg a mért értéket.

3.4.2 Laboratóriumi vizsgálatok

A laboratóriumi elemzések során a betakarított terményekből vett mintákat részletes vizsgálatoknak vettem alá, ahol meghatároztam a szárazanyag-tartalmat, refrakció szintjét, a klorofill-tartalmat, valamint az antioxidáns- és polifenol-tartalmat. Ezek a paraméterek nemcsak a brokkoli tápértékének fontos mutatói, hanem a fogyasztói piacon is meghatározó szempontok, mivel egyre nagyobb az igény az egészséges, magas antioxidáns-tartalmú élelmiszerek iránt.

3.4.2.1 Szárazanyag-tartalom mérésének módszere

A mintasorozatok szárazanyagtartalmát a MATE Kertészettudományi Intézet Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék Laboratóriumában mértem meg közvetlenül a szedést követően a *MONTOP* fajta esetében 2024. július 2-án, illetőleg a *BESTY* fajta mintáit július 9-én.



11. ábra: Szárazanyagtartalom mérés, 2024.július 9.

A fajtánkénti 4 ismétlés friss mintáit daraboltuk, eredeti szedéskori súlyukat megmértük, majd 60°C-os szárítóba helyeztem addig, amíg el nem érték a súlyállandóságukat. A szárítószekrény típusa: Sanyo MOV-212F (11. ábra). A szárazanyag-százalékot a friss és a száraz tömeg arányából számoltam.

3.4.2.2 Refrakció-mérésének módszere

A mintasorozatok refrakció értékét a friss mintákból mértem meg. A laboratóriumi vizsgálatok között a darabolt, turmixolt és homogenizált mintákat ATAGO PAL-1 digitális refraktométerrel mértem meg. A vizsgálat során az eszközt a mérések között vaktesztel kalibráltuk előzetesen, így a kapott értékek minden esetben a minta és a desztillált víz közötti eltérő értéket mutatták. A refrakció, mint a vízben oldható szárazanyag értéke 100 g nyers

mintában lévő 1 g cukor értékét mutatja. A kísérlet fajtánkénti 4-4 ismétlésének minden egyes mintájából további 4-4 mérést végeztünk el, azaz fajtánként 16-16 mérés alapján kalkuláltam az átlagos refrakció értékét és annak szórását.

3.4.2.3 Klorofill-tartalom mérésének módszere

A friss minták klorofill-mérését a Strain és munkatársai által kidolgozott módszer (Strain *et al*, 1966) elvei szerint végeztük el, amelynek a során 0,1 g nyers anyagot 2 ml 80%-os acetonnal dörzsöltünk el és 10 ml végtérfogatra egészítettük ki. Az így kapott extraktumot 5 percen át 5000 fordulaton centrifugáltuk, majd 80% acetonból álló vak minta ellenében megmértük spektrofotométeren 480, 644 és 663 hullámhosszokon. Minden ismétlésből 4-4 mintát vettünk, így fajtánként 16 mérést végeztünk el.

3.4.2.4 Polifenol-tartalom mérésének módszere

A mintasorozatok polifenol-tartalom értékét a fagyasztott mintákból mértem meg mindkét fajta esetében 2024. október 2-án.

A polifenol-tartalmat Bray és társai által leírt mérési módszer szerint végeztük el (Bray *et al*, 1954). A fajtánkénti 4-4 ismétlésből 2-2 db 0,2 g mintákat vettünk, majd mozsárban 1 ml 80%-os etanolban eldörzsöltük, majd még 1 ml etanollal letisztítva betöltöttük az eppendorf csövekbe. Ezt követően 10 percig 13.000 fordulaton centrifugáltuk. Az üledéket további 1 ml 80%-os etanol hozzáadását követően centrifugáltuk, majd az így kapott kivonatot 100 °C fokos szárítóba 15 percre elhelyeztük. Az ezt követő üledéket 3 ml desztillált vízzel oldottuk és újabb 5 percre 13.000 fordulaton centrifugáltuk. A centrifuga csövekben lévő felülúszó részből 0,5 ml extraktum végtérfogatát 2,5 ml desztillált vízzel 3 ml-re egészítettük ki. Hozzáadtunk 0,5 ml Folin-Ciocalteu reagenst és 3 perc várakozási időt követően 2 ml 20%-os Na_2CO_3 -t adtunk hozzá és jól összeráztuk. Az így kialakított oldatot pontosan egy percig forró vízben forraltuk és gyorsan lehűtöttük. Pipettával 356 μl kivonatot 760 nm hullámhosszon mértük meg vak mint ellenében, ahol a vak oldatot desztillált víz, Folin-Ciocalteu reagens és Na_2CO_3 állítottunk elő. Így kaptuk meg a mg polifenol/100 g fagyasztott mintára kapott eredményeket.

3.4.2.5 Antioxidáns-kapacitás mérésének módszere

A mintasorozatok antioxidáns-kapacitását a fagyasztott mintákból mértük mindkét fajta esetében 2024. szeptember 9-én.

Az antioxidáns-kapacitás és tartalom mérését Benzie és társai (Benzie *et al*, 1996) által kidolgozott protokoll szerint végeztük el a laboratóriumban. A mérés eredménye megadja a minta antioxidáns kapacitását μmol aszkorbinsav/liter mértékegységben.

A vizsgálatot fajtánként 4-4 ismétlésből 3-3 mintán végeztünk el, amelynek során 0,2 g fagyasztott mintát 2 ml desztillált víz hozzáadásával dörzsöltünk el mozsárban, majd eppendorf csőbe töltve 20 percig 10.000 fordulaton centrifugáltuk. A felúszóból 50 μl -et pipettáztunk tiszta eppendorf csövekbe, ehhez 1500 μl FRAP-reagenst adtunk (FRAP-reagens: 10:1:1 arányban 0,3 M Na-acetát puffer, 20 mM FeCl_3 oldat és 10 mM TPTZ oldat). A mérőelegy összeöntése után 5 perccel 593 nm hullámhosszon mértük meg, amelynél a vak oldat összetétele 50 μl desztillált víz és 1500 μl FRAP-reagens elegye volt.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Szemrevételezés eredményei

4.1.1. Palántanevelés, egyedfejlődés jellemzői

Mindkét fajta magjainak elvetése 2024. április 10-én történt a palántanevelésre alkalmas fóliasátorban a MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaságában, Soroksáron. A fóliasátor duplafalú sátor, amely jelentősen képes tartani a nappali hőmérsékletet, így egyenletes hőmérsékletet biztosít a tavaszi idényben a palánták fejlődésére. A káposztafélék, és így a brokkoli Markov-Haev szerinti hőigénye 13 °C, amely szerint a brokkoli magjainak keléséhez, csírázásához szükséges körülbelüli 20 °C hőmérsékletet biztosítani tudta. A jelen kísérlettel egyidőben számtalan egyéb növényfaj magjainak elvetése és palántanevelése is folyt a fóliasátorban a tavaszi időszakban, így annak optimalizálása a brokkoli igényeire nem történt meg, ugyanakkor a palánták egyenletesen fejlődtek és közel 100% mértékben csíráztak ki, és jutottak el a kiültetésre alkalmas állapotba, a 5-6 leveles korba. A két fajta palántái szemrevételezésre nem mutattak olyan különbséget, amely alapján egyértelműen megállapítható lett volna az azonosításuk, mivel mind színben, mind levélszámban, mind méretben közel azonosak voltak.

4.1.2. Kiültetést követő egyedfejlődés

A növények egy hónapos korában már megfigyelhető volt a két fajta közötti eltérő vegetatív növekedés. A 2., 4., és 6. sorba ültetett *BESTY* fajták kékeszöldebb levélszínét, jelentősen több és nagyobb leveleket mutattak szemrevételezésre (20-30%-os eltérés).

Egyik fajtán sem volt betegsége, károsítóra utaló jel, egészséges és egységes állományt mutatott a terület.

A fajták az ezt követő 2-3 hétben eltérő mértékben fejlődtek. A *MONTOP* fajta 3 héttel a gyomirtást követően elérte kézi szedéskori állapotát, az állomány nem mutatott egységes képet, a virágok elkezdtek kinyílni egyes egyedeknél, amelyek szedését el kellett kezdeni, mások további fejlődést igényeltek.

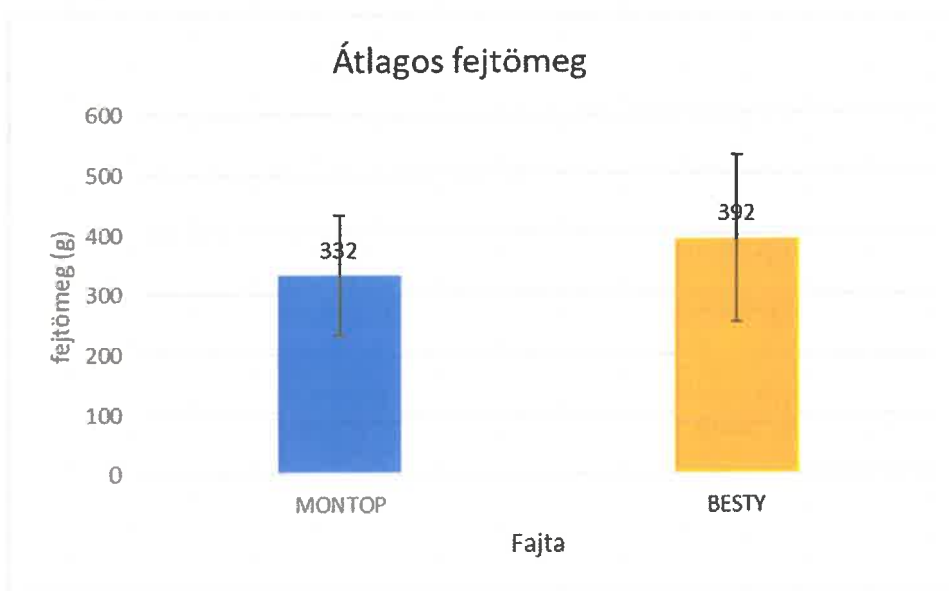
2024. július 9-én, a palántaültetést követő 55. napon a *BESTY* fajta állomány fejlettsége alapján a kézi szedést meg lehetett és kellett is kezdeni.

A *BESTY* fajtából is 4 ismétlés 10-10 példányát szedtük le a mérések elvégzésére, amelyek egyenletesebb képet mutattak szín és a virágok fejlettsége, nyílási státusza alapján.

A kísérlet alapján a *MONTOP* fajta tenyésztési ideje 7 nappal rövidebb, mint a *BESTY*-é, amely a forgalmazó által megadott adatokkal összhangban van (*MONTOP* 63-65 nap, *BESTY* 70-75 nap). Jelen kísérletben a vetéstől számított 83. és 90. napokon lehetett elkezdni a szedést, amelyből, ha a csírázásra számított 7 napot leszámítjuk, akkor körülbelül 1 hét eltérés lehet a világszintű tenyésztési idő átlagától. Ez az egy hét a termesztéskori időjárásnak és a mérsékelt égövi fényviszonyok különbségéből is természetes módon előállhat.

4.1.3. Fejtömeg és termésátlag mérésének eredménye

A termésátlagokat a szedéskor, a területen végzett tömegmérésekből határoztam meg.



12. ábra: Átlagos fejtmeg, Montop és Besty fajták

A 12. ábrán szereplő mért értékek alapján a *MONTOP* fejtmeg átlaga 331g, *BESTY* fajta fejtmegének átlaga 392g, így az 18,3%-kal meghaladja a *MONTOP* fejtmegének átlagát. A mért adatok alapján a *MONTOP* fajta fejtmegének eloszlása valamivel egyenletesebb az alacsonyabb relatív szórások alapján.

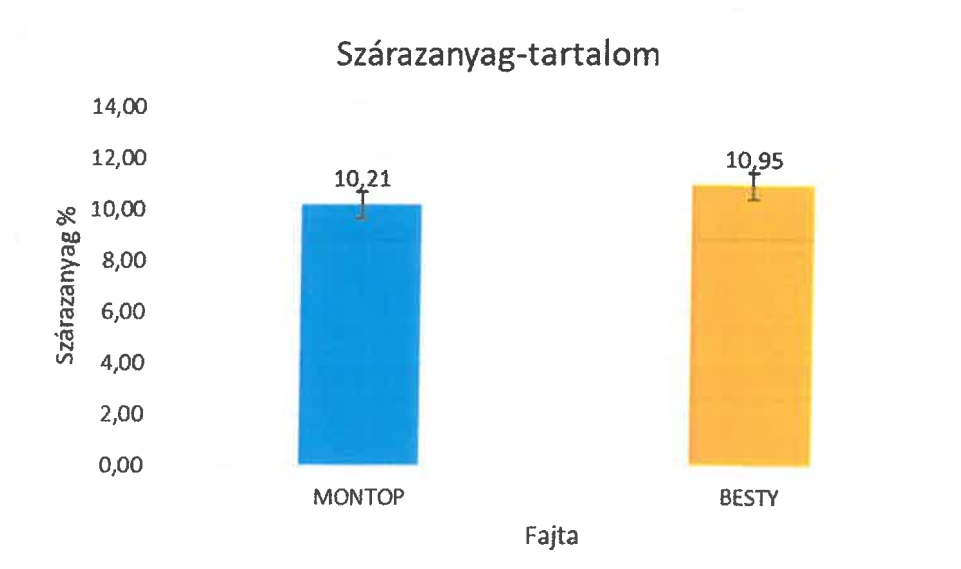
A kísérletben azonos sor- és tőtávolságokra ültették a két fajtát, így a hektáronkénti termésátlagban is megmutatkozik ugyanez a különbség (*MONTOP*: 11,05 t/ha, *BESTY*: 13,08 t/ha), amely a 13. ábrán szerepel.



13. ábra: Termésátlag, Montop és Besty fajták

4.2. Laboratóriumi mérések eredményei

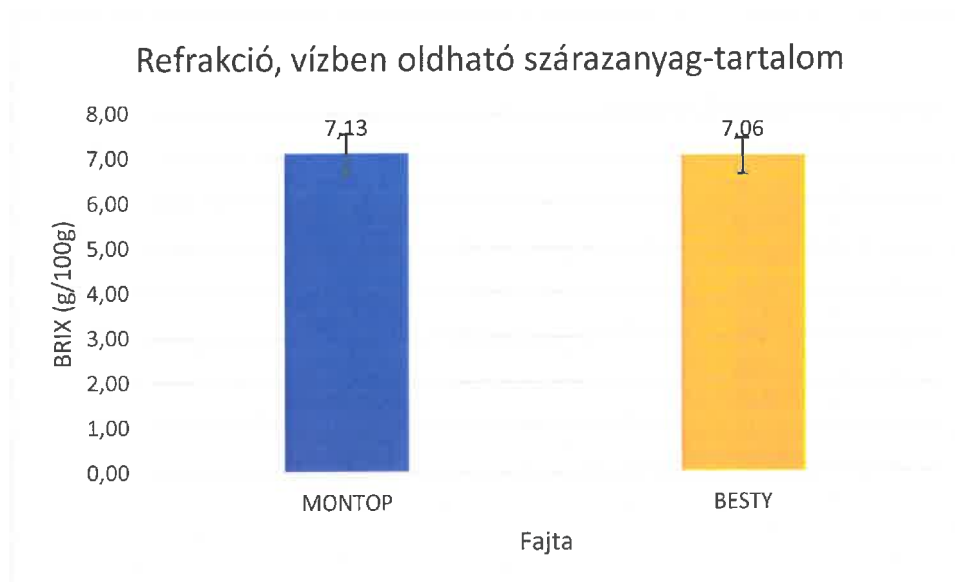
4.2.1. Szárazanyag-tartalom-mérésének eredménye



14. ábra: Szárazanyag-tartalom, Montop és Besty fajták

A mért eredmények alapján a **BESTY** fajta átlagos szárazanyag-tartalma 10,95%, a **MONTOP**-é pedig 10,21%, az egyes minták átlagtól való szórásának mértéke közel azonos. A **BESTY** fajta szárazanyag-tartalma átlagosan 7,2%-kal meghaladja a **MONTOP** fajtáét, a fajták szárazanyag-tartalmának szórása közel azonos, nem mutatnak eltérést.

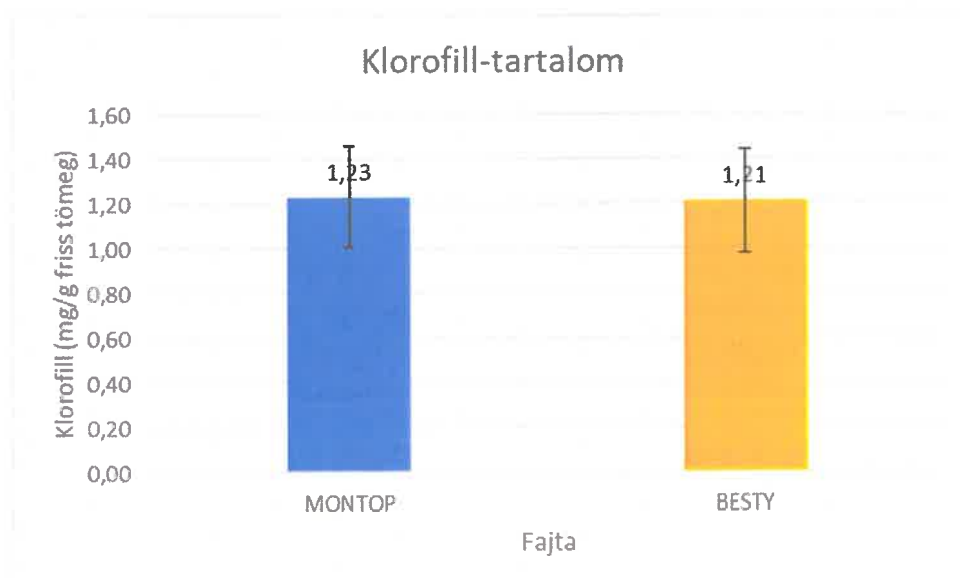
4.2.2. Refrakció-mérésének eredménye



15. ábra: Refrakció, Montop és Besty fajták

A 15. ábrán jelölt eredmények alapján a két fajta refrakció értékei jelentős eltérést nem mutattak egymáshoz képest, a *MONTOP* fajta 7,13, míg a *BESTY* fajta 7,06 g/100 g vízben oldható szárazanyag-tartalommal rendelkeztek. A két fajta mintáinak szórása közel azonos értékű, így ebben a tekintetben sem láttunk különbséget a fajták között.

4.2.3 Klorofill-tartalom mérésének eredménye



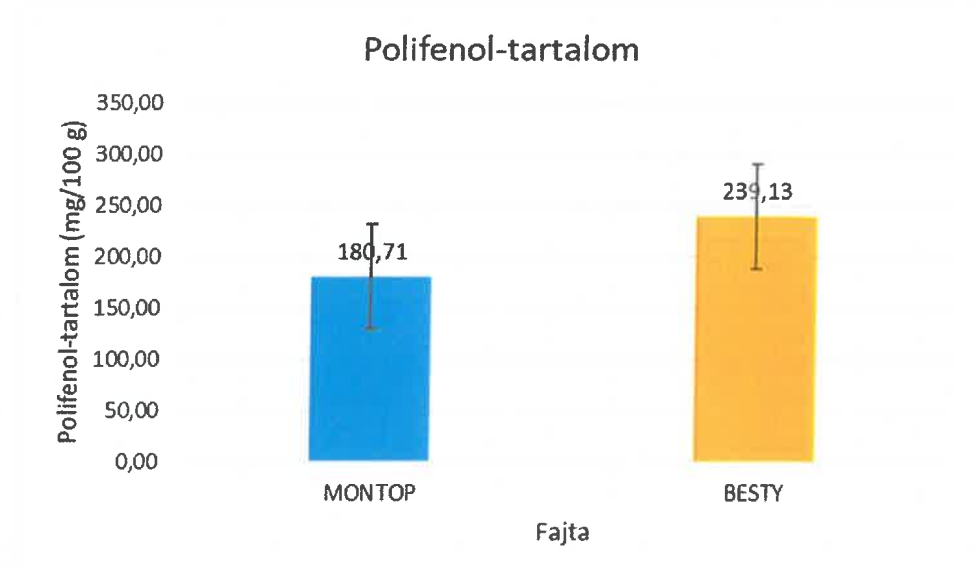
16. ábra: Klorofill-tartalom, Montop és Besty fajták

A kapott adatok között nagy eltérés nem mutatkozik sem a 16. ábrán szereplő értékek átlagában (*BESTY*: 1,21 mg/g, *MONTOP*: 1,23 mg/g), sem a minták szórásában (*BESTY*: 0,23,

MONTOP 0,22). Ugyan a *MONTOP* minták átlagának értéke összességében magasabb, de a hozzájuk tartozó szórások alapján nem állapítható meg eltérés.

4.2.4 Polifenol-tartalom mérésének eredménye

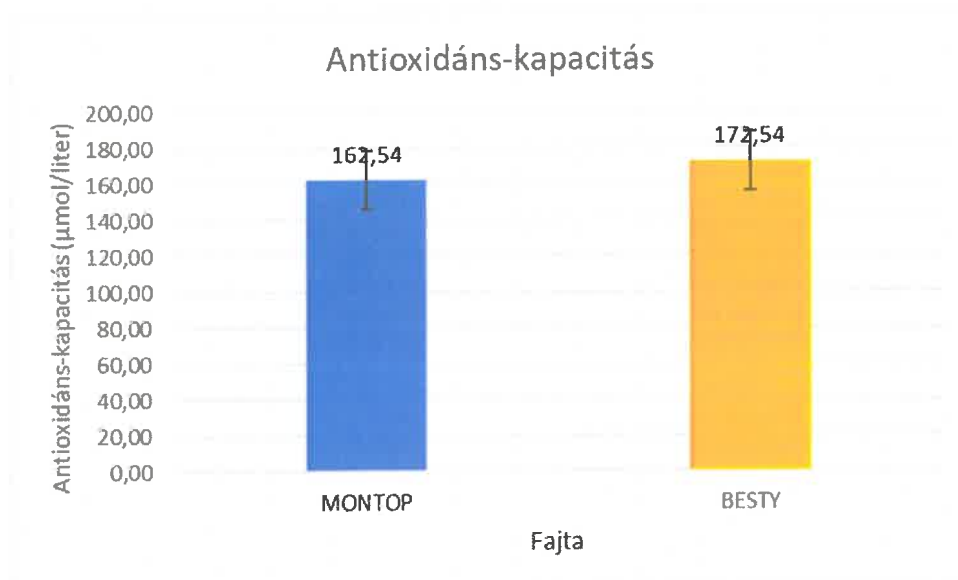
A 17. ábra diagramjából jól látszik, hogy a *BESTY* fajta polifenol-tartalma jelentősen meghaladja a *MONTOP* minták értékeit (*BESTY*: 239 mg/100g, *MONTOP*: 181mg/100g), így kijelenthető, hogy ebben a tekintetben a *BESTY* fajta értékesebb tulajdonsággal bír. A két fajta mintáinak szórása közel azonos mértékű.



17. ábra: Polifenol-tartalom, Montop és Besty fajták

4.2.5 Antioxidáns-kapacitás eredménye

A 18. ábrán megjelenített eredmények alapján kijelenthető, hogy a *BESTY* fajta antioxidáns-kapacitása valamelyest meghaladja a *MONTOP* kapacitását, nagyságrendileg 5% mértékben (*BESTY*: 172,5 $\mu\text{mol/liter}$, *MONTOP*: 162,5 $\mu\text{mol/liter}$). A mintákból vett értékek szórása alapján a két fajta nem különbözik jelentősen.



18. ábra: Antioxidáns-kapacitás, Montop és Besty fajták

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A termesztési kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy mindkét vizsgált brokkolifajta, a *MONTOP* és a *BESTY*, sikeresen termesztethető a magyarországi körülmények között. Azonban a két fajta bizonyos eltéréseket mutatott mind a termésmennyiség, mind a minőségi paraméterek terén, amelyek figyelembevételével különböző ajánlások fogalmazhatók meg.

A *MONTOP* fajta korábban éri el a szedési érettséget, amely különösen előnyös lehet a frisspiaci termesztők számára, mivel a rövidebb tenyészidő nagyobb rugalmasságot biztosít a szedés időzítésében. A forgalmazó által megadott 1 hetes eltérés a fajták tenyészidejei között a kísérletben is igazolásra került, a palánták kiültetését követően a *MONTOP* a 48. napon szedéséretté vált. A virágzatok nagyságrendileg egy héten belül értek meg, így a koncentrált szedés lehetősége biztosított a munkaerő hatékony felhasználásra. A rövidebb vegetációs idő a piacon gyorsabb forgási lehetőségeket kínál, ami fokozza a versenyképességet a termelők számára.

A palánták kiültetését követően a fejlődéshez szükséges és közel optimális hőmérséklet végig biztosítva volt, és a rózsaképzés idején sem haladta meg a 25 °C fokot, amely kedvezőnek minősíthető a minőségi termés fejlődése szempontjából. A havi csapadékmennyiségek májusi kiugró mértéke kedvezett az állomány vegetatív fejlődésének, és még júniusban is megfelelő mértékűnek volt ítéltető, a kifejezetten száraz júliusi időszak csak minimálisan érintette a növényállományt a július eleji szedési időpontok miatt. Bár a brokkoli jól tűri a csapadékszegény termesztést, mivel a Mediterrán régióból származik, azonban az egyenletes és stresszmentes fejlődéséhez kedvezően alakult az időjárás ebben az időszakban, így a fajták közötti hőmérsékletre és vízellátásra visszavezethető stressz-tűrő képességet nem lehetett érdemben vizsgálni.

A fejtömegek mérése alapján azt figyeltem meg, hogy mindkét fajta a piacon jellemző 200-600g méretű fejeket képez, azonban a *BESTY* fajta 18,3%-kal magasabb fejeket képzett. A vizsgálat során a két fajtát azonos sor- és tőtávolságokra ültettem, így a fejtömegekben megjelenő különbségek egyben a hektáronkénti termésátlagokban is azonosan megjelentek, azaz a *BESTY* fajta 18,3%-kal magasabb hozamot produkált. Egy későbbi gazdaságossági számításnál és a vetésforgóba való beillesztés során azonban javasolt figyelembe venni az egy héttel rövidebb tenyészidejét a *MONTOP* fajtának, és érdemes mindkét fajta esetén további

méréseket végezni az optimális tenyészterület meghatározására, amely a hektáronkénti termésátlagra, valamint az egyéb növényvédelmi munkákra is hatással lehet. A hazai viszonyokban ismert és a KSH által nyilvántartott hazai termésátlagtól ezek a hektáronkénti termésátlagok elmaradnak, amely 21,890 t/ha (KSH, 2007). Nemzetközi szinten a termésátlag 5.5-7,5 t/acre, azaz 13,75 – 18,75 t/ha körül alakul (Oregon University, 2010).

A szárazanyag-tartalom mérése alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a *BESTY* fajta szárazanyag-tartalma valamivel magasabb. Ebből az is következik, hogy a *MONTOP* víztartalma a szedéskor magasabb volt. Jelentős eltérés nem mutatkozott ebben az értékben a két fajta között, de a különbség abból is fakadhatott, hogy a *BESTY*-t egy héttel később szedtük, amely időszak a száraz júliusra esett, így egy héttel tovább maradt a területen, annak víztartalma csökkenhetett. További vizsgálatokat igényel annak megállapítása, hogy tendenciózusan magasabb szárazanyag-tartalommal rendelkezik-e a *BESTY*-fajta.

A vízben oldható szárazanyag-tartalom mérés során (refrakció) kapott eredmények fényében a két fajta között érdemi eltérés nem mutatkozott.

A klorofill-tartalom mérés során kapott eredmények hasonlóan alakultak a két fajta esetében, így itt sem volt megállapítható különbség a két fajta között.

A polifenol-tartalom mérésben jelentős eltérést találtam, amelyben a *BESTY* fajta lényegesen nagyobb értékkel rendelkezett. Mivel a polifenol-tartalmat kedvezőnek minősítjük, így ebben a tekintetben értékesebb tulajdonsággal bír a *BESTY* a *MONTOP*-pal szemben.

Az antioxidáns-kapacitás tekintetében arra a következtetésre jutottam, hogy a *BESTY* fajta értékesebb, hiszen magasabb eredményt produkált ebben a mérésben.

A vizsgálataim alapján a következő javaslatok fogalmazhatók meg a két fajta alkalmazása kapcsán:

Mind a *MONTOP*, mind a *BESTY* fajta fejméretében a fejek tömörsége hasonló volt, így mindkettő alkalmas lehet a friss piacokon történő értékesítésre. Az egyenletes termésminőség különösen fontos a friss zöldségpiacon, ahol az esztétikai megjelenés döntő tényező lehet a fogyasztói döntések meghozatalában.

A *MONTOP* fajtát elsősorban a főidőszaki termesztésre ajánlom, különösen a tavaszi és nyári ciklusokban, ahol a rövidebb tenyészidő és a piacképes megjelenés miatt a frisspiaci igények gyorsabban kielégíthetők. A *BESTY* fajta ellenben más időszakban, akár főidőszakban is eredményesen termesztethető a magasabb termésátlag alapján.

A *BESTY* fajtát érdekesebb lehet a bio- vagy funkcionális élelmiszerek iránt érdeklődő piacokra pozícionálni, amennyiben lehetőség van rá, mivel magasabb antioxidáns- és polifenoltartalma miatt értékesebb táplálkozási szempontból. Ez a fajta a forgalmazói ajánlás alapján jól alkalmazkodik a gyengébb talajminőségi feltételekhez, és alacsonyabb nitrogénigényének köszönhetően költséghatékonyabb ökológiai termesztésben is alkalmazható lehet.

A *BESTY* fajta gyomelnyomó képessége a nagyobb vegetatív növekedésének köszönhetően eredményesebb volt. A forgalmazó által ajánlott 45x65 cm-es sor és tőtávhoz hasonló 50x60 cm-es, 3000 cm²-es tenyészterületen végzett kísérlet igazolta a javasolt elrendezést. Érdemes lehet esetleg egy másik termesztési kísérletben megvizsgálni, hogy a *MONTOP* fajta számára egy valamivel kisebb tenyészterület nem alkalmasabb-e a gyomelnyomás szempontjából egy magasabb termésátlag elérésére, amely ugyanakkor a fejméretre is hatással lehet.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A brokkoli története évezredekre nyúlik vissza, a görögök már 2500 éve ismerték, és a mai Olaszország területén 2000 éve termesztik és fogyasztják (Buck, 1956). Az évszázadok alatt világszerte egyre népszerűbbé vált, mára pedig az egyik legfontosabb táplálkozási alapanyag, köszönhetően gazdag tápanyagtartalmának és egészségügyi előnyeinek. A brokkoli kiemelkedő szerepet játszik a korszerű táplálkozásban, mivel jelentős vitamin-, ásványianyag- és antioxidáns-forrásként ismert, ezért mind a frisspiacon, mind az élelmiszeriparban nagy keresletnek örvend. Világszintű termesztőterülete a karfiollal együtt körülbelül 1,3–1,5 millió hektárra becsülhető, éves termesztett mennyisége pedig 25,5 millió tonna/év.

A szakdolgozatom célkitűzése az volt, hogy két brokkolifajta, a Syngenta által forgalmazott *MONTOP* és *BESTY*, hazai körülmények közötti termesztési lehetőségeit és azok fajtajellemzőit hasonlítsam össze. A vizsgálatokat a MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaságában, Soroksáron végeztem 2024. tavaszi-kora nyári időszakban, ahol szabadföldi (szemrevételezés, fejtömegmérés és termésátlag) és laboratóriumi módszerekkel (szárazanyag-, klorofill-, antioxidáns-, refrakció- és polifenol-tartalom) értékeltem a növények teljesítményét, különös figyelmet fordítva a hozamra, minőségre és a környezeti alkalmazkodóképességre.

A kísérlet során a palántanevelés fóliasátorban történt, amelyet a szabadföldi kiültetés követett. Az ültetési távolság 50x60 cm-es sor- és tőtávban történt, a terület előkészítése során gyomirtószeres kezelést alkalmaztunk, majd rotálással alakítottuk ki az egyenletes talajfelszínt. A palánták ültetése május 15-én, szedésük pedig a *MONTOP* esetében július 2-án, a *BESTY* esetében július 9-én történt. A növények 4 ismétlésben kerültek kiültetésre, ismétlésenként 20 db növényt ültettem. Szedésüket a virágzatok teljes kifejlődése idején, még a virágok nyílásának megkezdésére időzítettük.

A termesztési kísérlet eredményei alapján megállapítottam, hogy a *MONTOP* fajta korábban éri el a szedési érettséget, amely különösen előnyös lehet a frisspiaci termeszők számára, mivel a rövidebb tenyészidő nagyobb rugalmasságot biztosít a szedés időzítésében.

A fejtömeg mérése alapján azt figyeltem meg, hogy mindkét fajta a piacon jellemző 200-600g méretű fejeket képez, azonban a *BESTY* fajta 18,3%-kal magasabb fejeket képez. A vizsgálat során a két fajtát azonos sor- és tőtávolságokra ültettem, így a fejtömegekben megjelenő különbségek egyben a hektáronkénti termésátlagokban is azonosan jelentkeztek, azaz a *BESTY* fajta 18,3%-kal magasabb hozamot produkált.

A szárazanyag-tartalom mérése alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a *BESTY* fajta szárazanyag-tartalma valamivel magasabb.

A vízben oldható szárazanyag-tartalom mérés során (refrakció) kapott eredmények fényében a két fajta között érdemi eltérés nem mutatkozott.

A klorofill-tartalom mérés során kapott eredmények hasonlóan alakultak a két fajta esetében, így itt sem volt megállapítható különbség a két fajta között.

A polifenol-tartalom mérésben jelentős eltérést találtam, amelyben a *BESTY* fajta lényegesen nagyobb értékkel rendelkezett. Mivel a polifenol-tartalmat kedvezőnek minősítjük, így ebben a tekintetben értékesebb tulajdonsággal bír a *BESTY* a *MONTOP*-al szemben.

Az antioxidáns-kapacitás tekintetében arra a következtetésre jutottam, hogy a *BESTY* fajta értékesebb, hiszen magasabb eredményt produkált ebben a mérésben.

A vizsgálataim alapján a következő javaslatok fogalmazhatók meg a két fajta alkalmazása kapcsán:

A szabadföldi és laboratóriumi eredmények alapján a *MONTOP* fajta rövidebb tenyészidőt mutatott, míg a *BESTY* fajta valamivel hosszabb érési idővel rendelkezett, de magasabb terméshozamot produkált, nagyobb szárazanyag- és antioxidáns-tartalommal bír. A *MONTOP* főleg a korai frisspiaci igények kielégítésére alkalmas, megfelelő fejméretet és egyenletes minőséget produkált rövidebb tenyészidővel. Ezzel szemben a *BESTY* fajta 1 héttel lemaradva nagyobb hozamot produkált, és megfelelő lehet az ökológiai gazdálkodásban is, mivel jobban tűri a kedvezőtlen talaj- és környezeti viszonyokat.

A kísérlet alapján javasolható, hogy a *MONTOP* fajtát a főidőszaki frisspiaci termesztésre használják, különösen ott, ahol rövid tenyészidő szükséges. A *BESTY* fajta javasolható a teljes tenyészidő alatt egészen az őszi kiültetésekig és az ökológiai gazdálkodásban is jól beválhat, ahol az alacsonyabb tápanyagutánpótlás és a stressztűrő képesség fontosabb szempontok. A megfelelő öntözés és tápanyagellátás mindkét fajtánál kulcsfontosságú a minőségi termés eléréséhez.

Összességében mindkét brokkolifajta sikeresen alkalmazható a hazai termesztési körülmények között, azonban eltérő termesztési céloknak és feltételeknek felelnek meg. A vizsgálatok eredményei hasznos információkat nyújtanak a termesztők számára a két fajta előnyeiről és alkalmazhatóságáról, és segítenek a megfelelő fajta kiválasztásában a különböző termesztési körülményekhez és piaci igényekhez igazodva.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Dr. Balázs Gábor adjunktusnak, a MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság vezetőjének, aki a kísérlet teljes időtartama alatt segítségemre volt, értékes észrevételeit, tanácsait, valamint azt a segítséget, amelyet a kísérlet megtervezésében és lebonyolításában kaptam tőle. A vezetése alatt a Tangazdaság biztosította a szükséges eszközöket, valamint a szükséges feltételeket a kísérlet lefolytatásához. Nagyra értékelem a szakmai tanácsait és iránymutatásait, amelyek hozzájárultak a kísérlet sikeréhez.

További köszönet illeti Dr. Szabó Anna adjunktust, aki a szakdolgozatom elkészítése során folyamatos támogatásával, értékes észrevételeivel és hasznos tanácsaival segítette munkámat.

Ezenfelül szeretnék köszönetet mondani Takács Eszternek, a MATE Kertészettudományi Intézet Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék Laboratóriumának munkatársának, aki részletes útmutatást és tanácsokat nyújtott, valamint folyamatos felügyelete mellett közösen végezhattük el a laborvizsgálatokat, biztosítva azok szakszerűségét.

Külön köszönetemet fejezem ki a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékének, melynek szakmai iránymutatása és támogatása nagyban hozzájárult a dolgozat megvalósításához. Hálásan köszönöm Dr. Geösel András tanszékvezető úrnak, aki szaktudásával támogatta a kutatási folyamatot.

Továbbá köszönettel tartozom a SYNGENTA Magyarország vetőmagforgalmazó vállalatnak a kutatásomhoz biztosított anyagokért és a szakmai háttérért, amely nélkülözhetetlen volt a brokkoli fajtákkal kapcsolatos vizsgálataimhoz.

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Balázs S. (szerk.) (2004): *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Budapest: Mezőgazda Kiadó
2. Balázs S., Fekete G., Rácz G. (2004): *Növénytermesztés*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
3. Benzie, I.F.F., & Strain, J.J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
4. Bratsch, A. D., *et al* (2009): Large Single-head Broccoli Yield as Affected by Plant Density, Nitrogen, and Cultivar in a Plasticulture System. *HortTechnology*, 19(4), 794-799. DOI: 10.21273/HORTTECH.19.4.794.
5. Bray, H.G. and W.V. Thorpe (1954). *Meth. Biochem. Anal.* 1: 27-52
6. *Broccoli: A potential functional food (2023)*: Food and Scientific Reports. Letöltés dátuma: 2024.05.18., forrás: URL: <https://www.foodandscientificreports.com/>
7. Broccoli: Description, Nutrition, & Facts. Britannica, The Editors of Encyclopaedia. Letöltve: 2024. május 18. Forrás: URL: <https://www.britannica.com/plant/broccoli>
8. Weber Carolyn F. (2023): Broccoli Microgreens: A Mineral-Rich Crop That Can Diversify Food Systems. *Frontiers in Plant Science*. DOI: 10.3389/fpls.2023.998453.
9. Buck, P. A. (1956): Origin and taxonomy of broccoli. *Economic Botany*, 10 (7), 250-253.
10. Cahn, M. D., Melton, F., Johnson, L. (2016). Evapotranspiration-based Irrigation Scheduling of Head Lettuce and Broccoli. *HortScience*, 51(7), 945-949. DOI: 10.21273/HORTSCI10742-16.
11. Castle, S.E., Miller, D.C., Merten, N. *et al.* (2022): Evidence for the impacts of agroforestry on ecosystem services and human well-being in high-income countries: a systematic map. *Environmental Evidence* 11, 10 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13750-022-00260-4>
12. Cervoni, B. (2024): Broccoli Nutrition Facts and Health Benefits. Letöltve: 2024. május 18. Forrás: <https://www.verywellfit.com/broccoli-nutrition-facts-calories-and-health-benefits-4118226>
13. Chai, W.; He, X.; Wen, B.; Jiang, Y.; Zhang, Z.; Bai, R.; Zhang, X.; Xu, J.; Hou, L.; Li, M.; *et al.* (2023): The Molecular Mechanism of Relatively Low-Temperature-Induced Broccoli Flower Bud Differentiation Revealed by Transcriptomic Profiling. *Horticulturae* 2023, 9, 1353. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121353>

14. Du, X., Teixeira, E., Zhang, M. (2021): Optimum Planting Density Improves Resource Use Efficiency and Yield Stability of Rainfed Maize in Semiarid Climate. *Frontiers in Plant Science*. DOI: 10.3389/fpls.2021.00056.
15. Fabbri, A. D. T., Crosby, G. A. (2016): A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 3, 2-11. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2015.11.001
16. Fan X, Gómez MI, Coles PS. (2019): Willingness to Pay, Quality Perception, and Local Foods: The Case of Broccoli. *Agricultural and Resource Economics Review*. 2019;48(3):414-432. doi:10.1017/age.2019.21
17. Fang, Z., Yang, L., Zhuang, M., Zhang, Y., Lv, H., Wang, Y., Ji, J., Li, Z. (2021). Advances in Genetics and Molecular Breeding of Broccoli. *Horticulturae*, 7(9), 280. DOI: 10.3390/horticulturae7090280.
18. Fernández Calviño, D., Zornoza, R. (2024). Effect of Biofertilizers on Broccoli Yield and Soil Quality Indicators. *Horticulturae*, 10(1), 42. DOI: 10.3390/horticulturae10010042.
19. FruitVeB-Bulletin (2019): Zöldségtermesztés I., II. és III. rész. Letöltve: 2024. május 18. Forrás: <https://fruitveb.hu/fruitveb-bulletin-2019-zoldsegtermesztes-ii-resz/>
20. M.F. Fernández-León, A.M. Fernández-León, M. Lozano, M.C. Ayuso, D. González-Gómez (2013): Different postharvest strategies to preserve broccoli quality during storage and shelf life: Controlled atmosphere and 1-MCP, *Food Chemistry*, 138, 1, 2013, p. 564-573, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.143>.
21. Gao, M.; He, R.; Shi, R.; Zhang, Y.; Song, S.; Su, W.; Liu, H. (2021): Differential Effects of Low Light Intensity on Broccoli Microgreens Growth and Phytochemicals. *Agronomy* 2021, 11, 537. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030537>
22. Gonçalves E.M., Abreu M., Brandão T.R.S., Silva C.L.M. (2011): Degradation kinetics of colour, vitamin C and drip loss in frozen broccoli (*Brassica oleracea* L. ssp. *Italica*) during storage at isothermal and non-isothermal conditions, *International Journal of Refrigeration*, 34, 8, 2011, p.2136-2144, ISSN 0140-7007, <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2011.06.006>.
23. Gray, A. R. (1982): Taxonomy and evolution of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Economic Botany*, 36 (10), 397-410.
24. Guo, Y.; Gong, C.; Cao, B.; Di, T.; Xu, X.; Dong, J.; Zhao, K.; Gao, K.; Su, N. (2023): Blue Light Enhances Health-Promoting Sulforaphane Accumulation in Broccoli (*Brassica*

- oleracea* var. *italica*) Sprouts through Inhibiting Salicylic Acid Synthesis. *Plants* 2023, 12, 3151. <https://doi.org/10.3390/plants12173151>
25. Han, F.; Liu, Y.; Fang, Z.; Yang, L.; Zhuang, M.; Zhang, Y.; Lv, H.; Wang, Y.; Ji, J.; Li, Z. (2021): Advances in Genetics and Molecular Breeding of Broccoli. *Horticulturae* 2021, 7, 280. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090280>
 26. Hodossi S. – Kovács A. – Terbe I. (szerk.) (2004): *Zöldségtermesztés szabadföldön*. Budapest: Mezőgazda Kiadó
 27. Hou, L., Li, M., Zhang, J. (2023). The Molecular Mechanism of Relatively Low-Temperature-Induced Broccoli Flower Bud Differentiation Revealed by Transcriptomic Profiling. *Horticulturae*, 9(12), 1353. DOI: 10.3390/horticulturae9121353.
 28. Islam, S., Haque, M. M., Islam, M. M., Hossain, M. M. (2021): Crop and water productivity and profitability of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under gravity drip irrigation with mulching condition in a humid sub-tropical climate. *PLOS ONE*, 16(3), e0247977. DOI: 10.1371/journal.pone.0247977.
 29. Jaiswal, A. K. (2020): Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables. In: Nagra, G. S. – Chouksey, A. – Jaiswal, S.: *Chapter 1 – Broccoli*. Academic Press. ISBN 978-0-12-812780-3. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2016-0-04117-7>
 30. Johnson, L. F., Cahn, M., Martin, F., Melton, F., Benzen, S., Farrara, B., Post, K. (2016): Evapotranspiration-based Irrigation Scheduling of Head Lettuce and Broccoli. *HortScience*, 51(7), 935-940. Retrieved May 21, 2024, from <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.7.935>
 31. Kalóriaguru.hu: Brokkoli tápanyagtartalma, Letöltés dátuma: 2024.10.11., Forrás: <https://www.xn--kalriaguru-ibb.hu/kaloriatablázat/brokkoli-kaloria.php>
 32. Központi Statisztikai Hivatal, KSH.hu, 4.7. Zöldségfélék betakarított területe, termésmennyisége, termésátlaga termelési típusonként, 2007 – Vegyes gazdaságok - Brokkoli termésátlaga, Letöltés dátuma: 2024.10.12. Forrás: https://www.ksh.hu/docs/hun/agraar/html/taiblgek1_04_07.html
 33. Lin, HH., Lin, KH., Chen, SC., Shen, YH., Lo, HF. (2015): Proteomic analysis of broccoli (*Brassica oleracea*) under high temperature and waterlogging stresses. *Botanical Studies* 56, 18 (2015). <https://doi.org/10.1186/s40529-015-0098-2>
 34. Liu, X.; Ren, X.; Tang, S.; Zhang, Z.; Huang, Y.; Sun, Y.; Gao, Z.; Ma, Z. (2023): Effects of Broccoli Rotation on Soil Microbial Community Structure and Physicochemical

- Properties in Continuous Melon Cropping. *Agronomy* 2023, 13, 2066.
<https://doi.org/10.3390/agronomy13082066>
35. Liu, W., Wang, E., Lin, J. (2021): Correlation between Broccoli Planting Density and Broccoli Plant Character, Commercial Quality and Yield. *SpringerLink*. DOI: 10.1007/s00484-021-02013-4.
 36. Machado, R. M. A., & Serralheiro, R. P. (2017): Soil Salinity: Effect on Vegetable Crop Growth. Management Practices to Prevent and Mitigate Soil Salinization. *Horticulturae*, 3(2), 30. DOI: 10.3390/horticulturae3020030.
 37. Makenzie, EM., *et al* (2021): The Evolutionary History of Wild, Domesticated, and Feral *Brassica oleracea* (Brassicaceae), *Molecular Biology and Evolution*, Volume 38, Issue 10, October 2021, Pages 4419–4434, <https://doi.org/10.1093/molbev/msab183>
 38. Mcinga, A. B., Tiessen, H., Bhatti, J. S. (2020). Evidence for the impacts of agroforestry on ecosystem services and human well-being in high-income countries: a systematic map. *Environmental Evidence*, 9(1), 21. DOI: 10.1186/s13750-020-00202-8.
 39. Medical News Today. (n.d.): Broccoli: Health benefits of broccoli. Letöltve: 2024. május 18. Forrás: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/266765>
 40. Mohammed, J., Alshammari, M. D., Abdelsalam, K., Taymour, S., Alreshidi, K. S. M., Taha, M. M. E., & Mohan, S. (2023): Broccoli: A Multi-Faceted Vegetable for Health: An In-Depth Review of Its Nutritional Attributes, Antimicrobial Abilities, and Anti-inflammatory Properties. *Antibiotics*, 12(7), 1157. DOI: 10.3390/antibiotics12071157.
 41. Montgomery DR and Biklé A (2021): Soil Health and Nutrient Density: Beyond Organic vs. Conventional Farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 5:699147. DOI: 10.3389/fsufs.2021.699147
 42. MyFoodData. (n.d.). Nutrition Facts for Raw Broccoli. Retrieved May 18, 2024, from <https://tools.myfooddata.com>.
 43. NÉBIH (2023): Nemzeti fajtajegyzék 2023. Zöldségnövények, gyógy és fűszernövények. Letöltés dátuma: 2024.05.18. forrás: https://portal.nebih.gov.hu/kutatas_kijelzo/-/asset_publisher/XZIUSA6aTnU0/content/nemzeti-fajtajegyzek
 44. Ollio, I.; Santás-Miguel, V.; Gómez, D.S.; Lloret, E.; Sánchez-Navarro, V.; Martínez-Martínez, S.; Egea-Gilabert, C.; Fernández, J.A.; Calviño, D.F.; Zornoza, R. (2024): Effect of Biofertilizers on Broccoli Yield and Soil Quality Indicators. *Horticulturae* 2024, 10, 42. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10010042>

45. Oregon University, Broccoli, Letöltés dátuma: 2024.10.12, forrás: <https://horticulture.oregonstate.edu/oregon-vegetables/broccoli-1>
46. Patra SK, Poddar R, Pramanik S, Gaber A, Hossain A (2022): Crop and water productivity and profitability of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under gravity drip irrigation with mulching condition in a humid sub-tropical climate. *PLOS ONE* 17(3): e0265439. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265439>
47. Palumbo, M.; Attolico, G.; Capozzi, V.; Cozzolino, R.; Corvino, A.; de Chiara, M.L.V.; Pace, B.; Pelosi, S.; Ricci, I.; Romaniello, R.; *et al.* (2022): Emerging Postharvest Technologies to Enhance the Shelf-Life of Fruit and Vegetables: An Overview. *Foods* 2022, 11, 3925. <https://doi.org/10.3390/foods11233925>
48. J., Pargi & Gupta, Pankaj & Balas, Piyushkumar & Bambhaniya, V.: (2024). Comparison between Manual Harvesting and Mechanical Harvesting. *Journal of Scientific Research and Reports*. 30. 917-934. 10.9734/jsrr/2024/v30i62110.
49. Partovi, E., *et al* (2020): Broccoli waste stalks and leaves can offer nutritional values and be used in feed, such as silage preparation or leaf protein powder. *Journal of Agricultural Science*, 58(6), 123-135.
50. Prior, R.L., Wu, X., & Schaich, K. (2005): Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290–4302. <https://doi.org/10.1021/jf0502698>
51. USDAVIS - University of California honlapja; Recommendations for Maintaining Postharvest: Broccoli; Letöltés dátuma: 2024.10.05. Forrás: <https://postharvest.ucdavis.edu/produce-facts-sheets/broccoli>
52. Shen, Y., *et al.* (2021): Research progress on the utilization technology of broccoli stalk, leaf resources, and the mechanism of action of its bioactive substances. *Frontiers in Plant Science*. DOI: 10.3389/fpls.2021.682527.
53. Shen Y, Wang J, Shaw RK, Yu H, Sheng X, Zhao Z, Li S and Gu H (2021): Development of GBTS and KASP Panels for Genetic Diversity, Population Structure, and Fingerprinting of a Large Collection of Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) in China. *Frontiers in Plant Science* 12:655254. doi: 10.3389/fpls.2021.655254
54. Schellenberg, D. L., Bratsch, A. D., & Shen, Z. (2009): Large Single-head Broccoli Yield as Affected by Plant Density, Nitrogen, and Cultivar in a Plasticulture System.

- HortTechnology*, 19(4), 792-795. Retrieved May 21, 2024, DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.19.4.792>
55. Shi, R., Zhang, Y., Song, S., Su, W., & Liu, H. (2021): Differential Effects of Low Light Intensity on Broccoli Microgreens Growth and Phytochemicals. *Agronomy*, 11(3), 537. DOI: 10.3390/agronomy11030537.
 56. Siomos, A.S.; Koularmanis, K.; Tsouvaltzis, P. (2022): The Impacts of the Emerging Climate Change on Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck.) Crop. *Horticulturae* 2022, 8, 1032. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111032>
 57. Stansell Z., Björman T. (2020): From landrace to modern hybrid broccoli: the genomic and morphological domestication syndrome within a diverse *B. oleracea* collection; *Horticulture Research* (2020) 7:159 <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00375-0>
 58. Syngenta honlapja, *Besty* adatlap. Letöltés dátuma: 2024.10.01. Forrás: <https://www.syngentavegetables.com/en-gb/product/seed/broccoli/besty>
 59. Syngenta honlapja, *Besty* adatlap. Letöltés dátuma: 2024.10.07. Forrás: <https://www.syngenta.co.in/product/seed/broccoli/besty>
 60. Syngenta honlapja, *MONTOP* adatlap. Letöltés dátuma: 2024.10.01. Forrás: <https://www.syngentavegetables.com/hu-hu/product/seed/brokkoli/montop>
 61. Syngenta catalogue: Discover our new varieties 2024-2025. Letöltés dátuma: 2024.10.07. Forrás: <https://eu2.digital-catalogue.com/view/syngenta/vegvarieties2024-25>
 62. Terassi, M., et al. (2021): Broccoli Production With Regulated Deficit Irrigation at Different Phenological Stages. *Journal of Agricultural Science*, 13(12), 71-82. DOI: 10.5539/jas.v13n12p71.
 63. Tridge (2020): 2020 Industry Report: Broccoli, Letöltés dátuma: 2024.10.29, Forrás: https://cdn.tridge.com/market_report_report/a9/7c/1e/a97c1e380371622b044d15edc4a2bbec7745ac3d/Broccoli_Market_Report.pdf
 64. U.S. Department of Agriculture (2024): Agricultural Research Service, Beltsville Human Nutrition Research Center. FoodData Central, Broccoli, raw nutrients, measures. Letöltés dátuma: 2024.09.10. forrás: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170379/nutrients>

65. U.S. Department of Agriculture (2024): Food Data Center, Broccoli, raw, letöltés dátuma: 2024.10.11., forrás: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170379/nutrients>
66. Wang, Y., *et al* (2022): Development of GBTS and KASP Panels for Genetic Diversity, Population Structure, and Fingerprinting of a Large Collection of Broccoli. *Frontiers in Plant Science*. DOI: 10.3389/fpls.2022.798374.
67. Wang, J., Zhang, W., & He, Y. (2022). Advances in Mechanized Harvesting Technologies for Vegetable Production in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(3), 827-838. DOI:10.1016/j.jia.2021.10.006
68. World population review (2024): Broccoli production by country; Letöltés dátuma: 2024.10.29. Forrás: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/broccoli-production-by-country>
69. Yan L, Zhou G, Shahzad K, Zhang H, Yu X, Wang Y, Yang N, Wang M and Zhang X (2023): research progress on the utilization technology of broccoli stalk, leaf resources, and the mechanism of action of its bioactive substances. *Frontiers in Plant Science*. 14:1138700.doi: 10.3389/fpls.2023.1138700
70. Zhang, B. – Chamba, Y. – Shang, P. – Wang, Z. – Ma, J. – Wang, L. – Zhang, H. (2017): Comparative transcriptomic and proteomic analyses provide insights into the keygenes involved in high-altitude adaptation in the Tibetan pig. *Scientific Reports.*,7(1), Paper 3654, 11 p. DOI: 10.1038/s41598-017-03976-3
71. Zhang Y, Xu Z, Li J and Wang R (2021): Optimum Planting Density Improves Resource Use Efficiency and Yield Stability of Rainfed Maize in Semiarid Climate. *Frontiers in Plant Science* 12:752606. doi: 10.3389/fpls.2021.752606
72. Zhang, Z., Huang, Y., Sun, Y., Gao, Z., & Ma, Z. (2023). Effects of Broccoli Rotation on Soil Microbial Community Structure and Physicochemical Properties in Continuous Melon Cropping. *Agronomy*, 13(8), 2066. DOI: 10.3390/agronomy13082066.

9. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: SYNGENTA MONTOP katalógusfotó, https://www.syngentavegetables.com/hu-hu/product/seed/brokkoli/montop	20
2. ábra: SYNGENTA BESTY katalógusfotó, https://www.syngentavegetables.com/en-gb/product/seed/broccoli/besty	21
3. ábra: MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, kísérleti terület, Soroksár légifotó, 2024, GoogleMaps	22
4. ábra: Ültetésre kész palánták - Besty és Montop, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság 2024.május 15.	22
5. ábra: Területelőkészítés, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság 2024. május 15.	23
6. ábra: Sorközök kitérése, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság 2024. május 15.	23
7. ábra: Kiültetés elrendezése, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, 2024. május 15.	24
8. ábra: Átlaghőmérséklet alakulása a kísérlet idején havi bontásban, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, 2024. április – július.	25
9. ábra: Havi csapadék mennyisége a kísérlet idején, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, 2024. április-július	25
10. ábra: Tömeg mérésre használt mérleg, MATE Kísérleti Üzem és Tangazdaság, 2024. július	26
11. ábra: Szárazanyagtartalom mérés, 2024.július 9.	27
12. ábra: Átlagos fejtömeg, Montop és Besty fajták	31
14. ábra: Szárazanyag-tartalom, Montop és Besty fajták	32
15. ábra: Refrakció, Montop és Besty fajták	33
16. ábra: Klorofill-tartalom, Montop és Besty fajták	33
17. ábra: Polifenol-koncentráció, Montop és Besty fajták	34
18. ábra: Antioxidáns-kapacitás, Montop és Besty fajták	35
1. Táblázat: Brokkoli tápanyagigénye 1 tonna nyers virágfejre vonatkozóan	11

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Vas Nóra Erna
A Hallgató Neptun kódja: JMOYCN
A dolgozat címe: Frisspiaci brokkolifajták mennyiségi és minőségi összehasonlítása
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: MATE Kertészettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Zöldség- és Gombatermesztési 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024 év november hó 5. nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Vas Nóra Erna (Neptun azonosítója: JMOYCN) 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 javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*²

Kelt: 2024. év november hó 04. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

