

SZAKDOLGOZAT

Kondor Nikolett

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészettudományi Intézet

Kertészmérnök alapképzési szak

Az oltás múltja, jelene és várható jövője a zöldségtermesztésben

Belső konzulens: Dr. Balázs Gábor

adjunktus

Belső konzulens

tanszéke:

**Zöldség- és
Gombatermesztési
Tanszék**

Készítette:

Kondor Nikolett

Budapest

2025

1. Bevezetés, célkitűzés	5
2. Szakirodalmi áttekintés	7
2.1 Az oltás jelentősége	7
2.1.1. Talajlakó patogénekkal szembeni rezisztencia növelése	7
2.1.2. Abiotikus stressztűrés fokozása	7
2.1.3. Terméshozam és minőség növelése	7
2.1.4. Élettani aktivitás és növekedési erély növelése	8
2.1.5. Fenntarthatósági előnyök és a jövőbeni kihívások	8
2.2. Oltás során figyelmet igénylő tényezők	8
2.2.1 Kompatibilitás	8
2.2.2. Edénynyaláb kapcsolatok kialakulása	9
2.2.3. Túlélési ráta	9
2.2.4. Genotípusok közötti kompatibilitási hatások és túlélési arányok	9
2.2.5. Kompatibilitás és stressz tolerancia	10
2.2.6. Szöveti és morfológiai jellemzők	10
2.3. Az oltás folyamata	10
2.4 Oltásmódok a zöldségtermesztésben	13
2.4.1. Hasítékolt oltás	13
2.4.2. Lyukas beillesztés	13
2.4.3. Közelítő oltás	14
2.4.4. Az egy szikleveles oltás (más néven ferde oltás)	15
2.4.5. Csöves oltás	15
2.4.6. Tűs oltás és dupla oltás	15
3. Az Oltás múltja, jelene, jövője	17
3.1 Az oltás múltja	17
3.1.1. Ókor, középkor	17
3.1.2. 19.-20. század	19
3.2.1. Oltott zöldségnövények elterjedése	21
3.2.2. Jelenkor kihívásai	22
3.2.3. Hátrányai	24
3.3 Az oltás jövője	24
3.3.1. Gépi látás-alapú diagnosztikai és optimalizációs technológia	25
3.3.2. “Nagyadat” elemzés és adaptív tanulási modellek	25
3.3.3. Intelligens ember-gép interakció és folyamatos felügyelet	25
3.3.4. Palánták automatikus osztályozása és optimalizált előkészítési rendszer	26
3.3.5. Felhőalapú számítástechnika és távfelügyeleti rendszerek	26
3.3.6. Oltó robotok fajtái	27
4. Oltás hatása a zöldségnövények beltartalmi értékeire, mennyiségi, minőségi tulajdonságaira	32
4.1 Uborka	32
4.2 Paradicsom	35
4.3 Paprika	39
4.4 Tojásgyümölcs	41
4.5 Dinnye	44
4.6 Tökök	46

5. Következtetések	49
6. Összefoglalás	51
7. Köszönetnyilvánítás	52
8. Irodalomjegyzék	54

1. Bevezetés, célkitűzés

A zöldségek oltása az elmúlt évtizedekben központi szerepet játszik a modern mezőgazdaságban, különösen a biotikus és abiotikus stressznek kitett növények termesztésében. Az oltás egy szaporítási eljárás, amely során egy nemesített fajtát, a "nemes" hajtását, összeforrasztjuk az alannyal, ami általában egy erősebb, ellenállóbb gyökérrzel rendelkező növény. Az alany gyökere biztosítja az erősebb növekedést, jobb víz- és tápanyagfelvételt, valamint ellenállóbbá teszi a növényt különböző betegségekkel, kártevőkkel szemben. A nemes hajtás pedig a kívánt tulajdonságokkal rendelkező termést hozza. Magyarországon az oltott zöldségek termesztése egyre nagyobb figyelmet kap, különösen a paradicsom, paprika, uborka és görögdinnye és a sárgadinnye esetében. Az oltás célja a növények betegségekkel szembeni ellenállóképességének növelése, a terméshozam fokozása és a termés minőségének javítása.

Az oltott paradicsom palánták ellenállóbbak a talaj eredetű betegségekkel szemben, és jobb terméshozamot biztosítanak. Az oltás révén a paprika jobban tolerálja a kedvezőtlen talajviszonyokat és betegségeket. Az oltott uborka erősebb gyökérrzel rendelkezik, ami javítja a víz- és tápanyagfelvételt, ezáltal növelve a terméshozamot.

Az elmúlt tíz esztendő során a hazai szabadföldi zöldségtermesztés kiterjedése körülbelül 80 ezer hektáron mozgott, jellemzően stagnáló tendenciával. A hajtattott (fóliás és üvegházi) technológiai terület körülbelül 3 000 hektárt ölel fel, ahol a ténylegesen hasznosított terület 2 000–2 500 hektár között mozog, és ezen a területen szintén csökkenő tendencia figyelhető meg. A zöldségtermesztő terület közel kétharmadát a csemegekukorica, amely körülbelül 30–35 ezer hektárt foglal el, valamint a zöldborsó, amely 18–22 ezer hektárt képvisel. Miközben a szabadföldi termőterületek az elmúlt évtized során stabilnak bizonyultak, addig a hajtattott termesztés területe körülbelül 50%-os csökkenést mutat. A szabadföldi zöldségtermelés, ha figyelembe vesszük az extrém évjáratokat, az utóbbi években folyamatosan 1,3–1,5 millió tonna hozamot produkált, míg a hajtattott kultúrák, a terület csökkenése ellenére, emelkedő termelési színvonal mellett stabilan körülbelül 350 ezer tonna mennyiséget állítanak elő (FruitVeb Bulletin, 2022).

A hazai zöldségtermelésben az oltott növények használatának mértékéről van néhány becslésünk. A görögdinnye termesztési területének

körülbelül 70%-a oltott, az oltott palánták fő célja a hidegtűrés javítása, a korábbi kiültetés lehetősége, valamint a termésátlag növelése és a monokultúrában való termesztés elősegítése. A sárgadinnye termesztési területének maximum 5%-a oltott, míg uborkánál csak egy-két termesztő alkalmazza az oltást. Uborka esetében az oltás célja a robusztusabb növekedés és a szélsőséges hőmérséklethez való jobb alkalmazkodás elérése (Kappel, 2019). Hajtatás során a talajnélküli rendszereket használó kertészek esetében a paradicsom 95%-ban oltott, legfőképpen a magasabb termésátlagok érdekében. Paprikánál a talajos hajtatásban, ahol főként fonálféreg problémák merülnek fel, oltott növényeket használnak, míg a tojásgyümölcs esetében csak egy-két termesztő próbálkozik az oltással (Kappel, 2019).

Az dolgozat célja, hogy áttekintést nyújtson az oltási technológia történetéről, bemutatva annak kezdeti alkalmazásait és a termesztési rendszerekre gyakorolt korai hatásokat. Továbbá megvizsgálni a modern oltási technikákat, illetve a jelenleg oltott zöldségnövények beltartalmi értékeinek változását oltás hatására. Ezen felül taglalom a zöldségek oltásának jövőbeni lehetőségeit és kihívásait. A jövőbeni perspektívák magukban foglalják az innovatív technológiák és a precíziós mezőgazdaság integrációját az oltási technikákba. Különös figyelmet kapnak azok az új kutatási irányok, amelyek a biotechnológia és a digitalizáció révén új távlatokat nyitnak az oltás számára.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Az oltás jelentősége

Az oltás technológiája a talajbetegségek elkerülésére, valamint a termés mennyiségének és minőségének növelésére, illetve a növényi vigor, életképesség fokozására jött létre. A vigor fokozása hozzájárul a biotikus és abiotikus tényezőkhöz való alkalmazkodáshoz, a növény jobban tolerálja a fajtájára jellemzően negatívan ható élő és élettelen környezeti tényezőket. Ezekon kívül még alkalmazható az oltás olyan növények létrehozására, amelyek többféle termést képesek fejleszteni.

2.1.1. Talajlakó patogénnel szembeni rezisztencia növelése

A zöldségek oltása során az egyik fő cél az, hogy növeljék a növények ellenálló képességét a talajban előforduló kórokozókkal, például a *Fusarium*, *Verticillium*, valamint különböző fonálférgék (pl. *Meloidogyne* fajok) ellen (Huang et. al, 2015).

Az alany és nemes kombinációja révén az oltott növények jobban tolerálják ezeket a patogéneket, így megelőzhetik a betegségből fakadó termés kieséseket, különösen intenzív termesztés és folyamatos monokultúra esetén.

2.1.2. Abiotikus stressztűrés fokozása

Az oltott növények gyökérzete általában sokkal fejlettebb és erősebb, amely lehetővé teszi számukra, hogy hatékonyabban vegyék fel a vizet és tápanyagokat, ami különösen fontos stresszhatások – például alacsony talajhőmérséklet, szárazság, magas sókoncentráció vagy egyéb abiotikus tényezők – esetén. Az oltás révén olyan gyökérzeti jellemzők alakíthatók ki, amelyek elősegítik a növény túlélését és produktivitását kedvezőtlen környezeti körülmények között, például alacsony hőmérsékletű vagy szikes talajokban.

2.1.3. Terméshozam és minőség növelése

Az oltás pozitív hatással van a terméshozamra és a gyümölcsminőségre. Oltott növények esetében a gyümölcs hozam gyakran magasabb a nem oltott kontroll növényekhez képest, ami a növények élettani aktivitásának és a tápanyag-hasznosítás hatékonyságának növekedésével magyarázható. Ezen felül az oltás meghosszabbíthatja a termési időszakot, és javíthatja a

gyümölcsök fizikai és kémiai tulajdonságait pl. magasabb antioxidáns szint, jobb tápanyagprofil.

2.1.4. Élettani aktivitás és növekedési erély növelése

Az oltott növények általában jobb növekedési erélyt mutatnak, ami a fejlettebb gyökérszétből ered. Ez lehetővé teszi a hatékonyabb víz- és tápanyagfelvételt, valamint a kedvezőtlen környezeti tényezőkkel szembeni fokozott ellenállást. Az oltás hatására például a citokininek és egyéb növényi hormonok szintje növekedhet, amelyek elősegítik a növény növekedését és virágzását, valamint javítják a fotoszintézis hatékonyságát.

2.1.5. Fenntarthatósági előnyök és a jövőbeni kihívások

Az oltás egy fenntarthatóbb termesztési módot biztosít a talajfertőtlenítők, például a metil-bromid betiltása után, hiszen segít elkerülni a talajban terjedő kórokozók által okozott károkat. Az oltott növények ellenállóbbak és kevésbé érzékenyek a talajból eredő problémákra. Azonban az oltás magas munkaerőigénye és a növekvő költségek továbbra is kihívást jelentenek, különösen a kis- és közepes méretű gazdálkodók számára (Sakata et al., 2007).

A zöldségek oltása komplex és fontos szerepet játszik a fenntartható mezőgazdaságban, lehetővé téve a talajbetegségek elleni védelmet, az abiotikus stressztűrés növelését, a hozam maximalizálását és a minőség javítását. Ezt a technológiát, amely évezredek óta része a mezőgazdasági gyakorlatnak, folyamatosan fejlesztik, hogy megfeleljen a modern termesztési kihívásoknak és lehetőséget biztosítson a fenntartható növénytermesztésre.

2.2. Oltás során figyelmet igénylő tényezők

2.2.1 Kompatibilitás

Az oltás kompatibilitása a gyökéralany és az oltóág közötti genetikai és fiziológiai harmónia, amely lehetővé teszi a sikeres edénynyaláb kapcsolat (xilém és floém) létrejöttét, és így a tápanyagok és a víz hatékony transzportját. Az oltási kompatibilitás alapja a szövettani és biokémiai integráció, amely feltételezi az alany és a nemes közötti kalluszképződés koordinált folyamatát. A kallusz a sebek regenerációja során képződő növényi szövet, amely létfontosságú az érintkező növényi részek fiziológiai összekapcsolásához. A kompatibilitás mértéke függ az alany és a nemes genotípusától, amelyek

egymásra gyakorolt hatása meghatározza a kalluszképződés sebességét, az edénynyaláb kapcsolatok kialakulásának hatékonyságát, valamint az oltvány túlélését. Például az egyes *Cucurbitaceae* családba tartozó növények oltásánál, mint a görögdinnye és különböző vad tökfélék (pl. *Cucumisa fricanus*, *Cucumis myriocarpus*), intergenerikus kompatibilitási problémák figyelhetők meg, amelyek a kalluszképződés nehézségeivel és a xilém transzport elégtelenségével járnak együtt, így alacsonyabb túlélési arányt eredményeznek (Maurya et al., 2019).

2.2.2. Edénynyaláb kapcsolatok kialakulása

Az alany és a nemes közötti sikeres forradás érdekében elengedhetetlen a gyors és hatékony kalluszképződés, valamint a szállítószövetek kapcsolódásának kialakulása. A kallusz szöveiben meginduló differenciáció során az újonnan képződő xilém és floém elemek funkcionális kapcsolatokat hoznak létre, amelyek biztosítják a transzportot. Ezen edénynyaláb kapcsolódás az oltás kompatibilitás központi eleme, mivel a víz- és tápanyag áramlás akadályozása közvetlenül befolyásolja az oltvány fejlődését és túlélését. Az alany-nemes kombinációk, amelyek nem rendelkeznek elegendő szövettani kompatibilitással, hajlamosak arra, hogy a xilém és floém nem megfelelően kapcsolódjon egymáshoz, ami végső soron gátolja a víz- és tápanyag transzportot (Maurya et al., 2019).

2.2.3. Túlélési ráta

Az oltvány túlélési rátája az oltási eljárás sikerességének kulcsfontosságú mérőszáma, amelyet számos biotikus és abiotikus tényező befolyásol. A sikeres túléléshez elengedhetetlen az oltókamra optimális környezeti paramétereinek biztosítása, ahol a páratartalomnak 95% körül kell lennie, és a hőmérsékletnek 28-29°C között kell maradnia. A megfelelő hőmérséklet és páratartalom elősegíti a kalluszképződést, csökkenti a transzspirációt, és hozzájárul az oltvány stabilitásához. A hirtelen változások a hőmérsékletben vagy páratartalomban kedvezőtlen hatással lehetnek a forradás sikerességére, mivel fokozzák a stresszhormonok (pl. abszcizinsav) szintjét, amelyek gátolják a kallusz képződést és a szöveti regenerációt (Maurya et al., 2019).

2.2.4. Genotípusok közötti kompatibilitási hatások és túlélési arányok

Az alany és a nemes közötti genetikai kompatibilitás, valamint a különböző növénycsaládok közötti eltérések meghatározóak az oltás

sikerességére nézve. Azok a gyökéralanyok, amelyek nagyfokú stressztoleranciával rendelkeznek (például *Solanum torvum* a *Solanaceae* családban), magas túlélési arányt eredményeznek, különösen akkor, ha a nemes hasonló ökológiai és fiziológiai igényekkel rendelkezik. A túlélési ráta maximalizálása érdekében a kiválasztott alanynak és nemesnek nemcsak fiziológiailag, de ökológiailag is kompatibilisnek kell lennie (Maurya et al., 2019).

2.2.5. Kompatibilitás és stressz tolerancia

Az oltás kompatibilitás és a stressz tolerancia között szoros összefüggés van. A megfelelő oltás eredményeképpen javul a növények hidraulikai hatékonysága, ami növeli a tápanyagok és víz hasznosulását, különösen stressz faktorok mellett (például szárazság, magas sókoncentráció). Ez lehetővé teszi, hogy az oltott növények jobb hozamot és minőséget produkáljanak kedvezőtlen körülmények között is, miközben a túlélési ráta magas marad (Maurya et al., 2019).

2.2.6. Szöveti és morfológiai jellemzők

Az oltás sikeressége szoros kapcsolatban áll a szöveti és morfológiai jellemzőkkel. Az alany és a nemes szöveti integrációja magában foglalja az epidermális réteget, a kortex, és az edénnyalábok összeolvadását. A helytelenül kiválasztott alany-nemes kombinációk esetén a szöveti illeszkedés nehézségeket okozhat, ami a szállítószöveti kapcsolatok hibás kialakulásához, szállítási zavarokhoz és végül az oltás kudarcához vezet. Az anatómiai és élettani összefüggések megértése elengedhetetlen ahhoz, hogy javítani lehessen az oltási technológia hatékonyságát, és minimalizálni az oltvány elhalás kockázatát.

2.3. Az oltás folyamata

Az oltási folyamat az alany és a nemes kiválasztásával indul. Az oltott növényeket egy palántanevelő házban nevelik, mielőtt az oltást elvégeznék. Ezt a helyet 60 mesh vastagságú nejlonszálalattal kell lefedni, és dupla ajtót kell használni annak érdekében, hogy minimalizáljuk a fertőzések és a kórokozók bejutását. A felső részt különálló UV-ellenálló polietilénrel fedik be, hogy megakadályozzák az UV fény behatolását, amely károsíthatja az érzékeny oltott növényeket (Maurya et al., 2019; Balázs, 2013; Németh, 2023).

Az oltási folyamat első lépése a vágás, amelyet mind az alanyon, mind a nemes fajtán el kell végezni. A vágás típusa a választott oltási módszertől függ. A legelterjedtebb technikák közé tartozik a hasítékolás, a lapolt oltás, a nyelves oltás és a lyukas beültetéses. A vágás során az alany és a nemes felületét úgy kell kialakítani, hogy azok a lehető legnagyobb érintkezési felületet hozzuk létre, ezáltal elősegítve a kallusz képződést és a kapcsolat létrejöttét. Az oltás során gyakran használnak speciális eszközöket, mint például oltócsipeszek, csövek, tűk és borotva pengék. Ezek az eszközök biztosítják, hogy az alany és az oltóág megfelelően rögzüljön és stabilan kapcsolódjon egymáshoz az oltás forradás ideje alatt (Maurya et al., 2019).

A növények vágását követően a következő lépés az alany és a nemes illesztése. Az illesztés célja, hogy a két vágott növényi rész tökéletesen illeszkedjen egymáshoz, ezzel garantálva a sikeres kapcsolódást és összenövést. E folyamat során a cél az, hogy a vágott felületek érintkezzenek és összeolvadjanak, ami kulcsfontosságú az oltás sikeressége szempontjából. Az illesztést követően rögzítés következik. A rögzítés történhet oltócsipesszel, rugalmas szalagok alkalmazásával vagy más, megfelelő kötőanyaggal. Az alapvető feladat itt az, hogy a két növényi rész állandó helyzetben maradjon, kalluszképződésig.

A kalluszképződés egy természetes biológiai folyamat, amely során a növény vágott részein új sejtek keletkeznek, ezek a sejtek segítik a sebek begyógyulását és elősegítik az alany-nemes összekapcsolódását, amely a növény szaporodásának és fejlődésének szempontjából kulcsfontosságú. Ahhoz, hogy a kalluszképződés hatékonyan végbemenjen, optimális környezeti feltételekre van szükség, ezek a 25-28°C közötti hőmérséklet, a magas páratartalom, amely 80-90% között mozog, valamint alacsony fényintenzitásra. A kalluszképződés folyamata általában 5-10 napig tart, azonban ezt az időtartamot befolyásolja a növényfajta, valamint a környezeti feltételek változása.

A kalluszképződés és a gyógyulás befejezését követően az akklimatizációs folyamat következik, melynek során az oltott növényeket fokozatosan hozzászoktatják a normális környezeti viszonyokhoz. Célja, hogy a növények képesek legyenek ellenállni a környezeti stresszfaktorok hatásainak, mint például a hőmérséklet-ingadozásoknak, az alacsonyabb páratartalomnak

és a fokozott fénynek. Az edzés fokozatos végrehajtása rendkívül fontos, mivel az oltott növények még mindig érzékenyek a környezeti változásokra.

Az akklimatizációs folyamat után a növények készen állnak a kiültetésre, amely szabadföldön vagy üvegházban történhet, a termesztés céljaitól és az éghajlati körülményektől függően. A kiültetés során létfontosságú a növények megfelelő tápanyag ellátása, valamint a talaj fizikai jellemzői elősegítsék a gyökérszövet fejlődését. A megfelelő talajnedvesség biztosítása és a megfelelő vízelvezetés szintén nélkülözhetetlen a növények egészséges fejlődéséhez.

Az oltott növények folyamatos törődést igényelnek, különösen az első hetekben. A gyökérszövet megfelelő nedvességtartalmának biztosítása, a kártevők és betegségek elleni védekezés, valamint a tápanyagok pótlása mind hozzájárul a sikeres oltási eljárásához. A növényvédő szerek alkalmazásakor kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy ezek a növények érzékenyek lehetnek a vegyszerekre.

2.4 Oltásmódok a zöldségtermesztésben

2.4.1. Hasítékolt oltás

A hasítékoltás a lágyszárú növények esetében némileg eltér a fás szárú növényeknél alkalmazott technikától. Ez az oltási módszer egyszerű és könnyen elsajátítható, továbbá különösen hatékony a talaj eredetű betegségek megelőzésére, mivel az oltási pontot az alanyon magasan helyezzük el. Az oltásra akkor kerül sor, amikor az alany palántán már fejlődésnek indulnak a sziklevelek és az első valódi levél, általában a vetést követő 7-10 nap múlva, fajtától függően.

Az alany palánta felső részét eltávolítják, majd a szár hosszanti irányban bemetszik körülbelül 1–1,5 cm hosszúságban, a szár átmérőjének mintegy háromnegyedéig. A nemes szárát ferde szögben vágjuk le, hogy ék alakú éles végét képezzen, amely illeszkedik az alanyon készített hasítékba. A módszert korábban széles körben alkalmazták kabakosok (*Cucurbitaceae*) esetében is, azonban napjainkban inkább a burgonyafélék (*Solanaceae*) oltására korlátozódik. A gazdák gyakran választják ezt a technikát, mivel ezek magas túlélési arányt biztosítanak, de elegendő helyet és munkaerőt igényelnek, így főként azoknak ajánlott, akik rendelkeznek ezekkel az erőforrásokkal (Mohanta et al., 2015).

2.4.2. Lyukas beillesztés

Különösen népszerű technika a görögdinnye oltásában, mivel a kisebb görögdinnye-palánták könnyebben kombinálhatók a nagyobb alannyal, amelyek jellemzően tök- vagy lopótököfélék (*Lagenaria*) fajok. Ezzel a módszerrel magas sikerarány érhető el, különösen *Lagenaria* kompatibilis alanyok esetében. Ugyanakkor a módszer egyik hátránya, hogy az oltási pont közelében visszamaradó merisztéma szövet újra növekedhet, aminek eltávolítása a későbbiekben további munkát igényel.

A technika során először a gyökérzetet adó alany csúcsrügyéből eltávolítják a valódi leveleket és a merisztémás szövetet, hogy megelőzzék az alany további növekedését, így biztosítva a nemes dominanciáját. Ezután egy hosszanti vágást ejtenek a csúcsrügy területén, amelyet a két sziklevel között végeznek. A beillesztéshez egy éles eszközt, például fogpiszkálót vagy bambusz pálcát használnak. A nemes rész szárát "V" alakúra vágjuk, majd ezt illesztjük az alanyban kialakított hasítékba, miközben az eszközt eltávolítjuk.

A lyukas beillesztésű oltás során a nemes és alany közötti érintkezési felület maximalizálják, ami javítja a szövetek összenövésének valószínűségét és védelmet nyújt az oltási pont számára. További előnye, hogy a technika nem igényel rögzítést, így csökkenti az oltás költségét.

Az eljárás egyszerű, magas túlélési arányt biztosít, és hatékonyan csökkenti a talaj eredetű betegségek előfordulását a magas oltási pont miatt. Egy gyakorlott dolgozó akár napi 1500 oltást is elvégezhet, így a módszer rendkívül hatékony (Mohanta et al., 2015).

2.4.3. Közelítő oltás

Egyszerű a használata, és magas a sikerességi aránya, az oltványok növekedési üteme pedig egyenletes. A módszer alkalmazásához a dugványoknak és az alanyoknak megközelítőleg azonos átmérőjűeknek kell lenniük. Ez általában akkor van így, amikor az alanyon már teljesen kifejlődtek a sziklevelek, a nemesen pedig a sziklevelek és az első valódi levél. A módszer lényege, ejtsünk 45 fokos lefelé irányuló vágást a szár felénél a sziklevek alatt, és egy ugyanilyen szögben felfelé irányuló vágást a nemes szárán. A vágások szögének és helyének viszonylag pontosnak kell lennie, hogy a nemest az alanyra lehessen helyezni. Össze kell illeszteni a két levágott szárat úgy, hogy fedjék egymást, majd kapoccsal rögzítendő, vagy becsomagolhatóak az összekötött szárok biztonságosan műanyag fóliába. Az egyesített növényt ezután ültető tálcába vagy kis cserépbe kell helyezni. A növényt vízzel kell párasítani, és üvegházi padra kell helyezni. Szükség szerint kell öntözni. Az oltás után öt nappal az alany hajtását le kell vágni. A nemes szárát, gyökerét hét nappal később kell levágni. A módszer előnyei közé tartozik, hogy viszonylag egyszerű, a kevésbé tapasztalt gazdák által kedvelt, sikeres gyógyulásához nincs szükség magas páratartalomra és alacsony fényviszonyokra. A normál üvegházi környezet is elegendő. Sajnos ez a módszer egyre veszít a népszerűségéből a termelők körében, mivel megnövekedett a munkaerőigénye és a kivitelezéséhez szükséges idő is több. Nagyobb a hely igénye is. Általánosságban a gyengébb oltási pont jobban kitért törésnek vagy az alany gyökeresedésének a transzplantálás után. Ennek ellenére dinnye esetében szignifikánsan megnöveli a termésátlagot. Általában görögdinnye, uborka valamint sárgadinnye oltására alkalmazzák (Mohanta et al., 2015).

2.4.4. Az egy szikleveles oltás (más néven ferde oltás)

Egy viszonylag egyszerű és kevés munkaerőt igénylő oltási technika, amely könnyebben kivitelezhető, mint például a lyukas beillesztés. Ennek a technikának az alkalmazása különösen alkalmas olyan alanyokra, mint a sárgadinnye, mivel a módszer legjobban akkor működik, ha az alany és a nemes hasonló sziklevel alatti átmérővel rendelkezik.

Az oltás megkezdéséhez az alany növekedési csúcsát 45 fokos szögben vágjuk le, eltávolítva ezzel a valódi leveleket, a merisztéma szövetet és az egyik sziklevelet. Ezt követően a nemes sziklevel alatti szárrészét ugyanilyen szögben vágjuk meg, hogy tökéletesen illeszkedjen az alanyhoz. Az oltás biztosításához oltócsipeszt használnak, amely rögzíti a nemest az alanyhoz, amíg az összenövés meg nem történik.

Ez az oltási módszer jól alkalmazható hibrid tök alanyok esetében is, mivel egyszerűsége és gyorsasága miatt hatékony megoldást nyújt. A technika hozzájárul az oltott növények túlélési arányának növeléséhez (Mohanta et al., 2015; Balázs, 2013; Németh, 2023).

2.4.5. Csöves oltás

A csöves oltás során az alany és a nemes szárát 45 fokos szögben, átlósan metszik el, teljesen átvágva mindkét növényi részt. Ideálisan mindkét metszés a sziklevek alatti részen történik, mivel ez csökkenti az alany hajtásának visszanyerését az oltás gyógyulása után. Az alany és a nemes összeillesztését követően az oltási pontot oltócsipesszel vagy parafilmmel fedik le, amely stabilizálja az oltványt és védi a kapcsolatot.

Az oltás után a növényeket azonnal "gyógyító kamrába" helyezik. Körülbelül hét nap után a növények eltávolíthatók a kamrából, miután az oltási pont stabilizálódott és megerősödött.

A módszert kereskedelmi paradicsom-palánta előállításban szinte mindig alkalmazzák, mivel ez az eljárás hatékonyságot és magas sikert biztosít (Mohanta et al., 2015).

2.4.6. Tűs oltás és dupla oltás

A tűs oltás hasonló eljárás az egy szikleveles oltáshoz, azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben speciálisan kialakított tűket használnak az oltási pont rögzítésére. Az alany és a nemes szikleveleit vízszintesen vágják

el, majd a két metszési felület közé egy kerámia tűt illesztnek be, amely stabilan összekapcsolja és pontosan igazítja egymáshoz a két növényi részt.

Ennek a módszernek a hatékonyságát az alany és a nemes szárának átmérője is meghatározza, mivel fontos, hogy a kambiumrétegek közvetlenül érintkezzenek egymással a sikeres összenövés érdekében. Bár a tűs oltás egyszerű és csökkenti a munkaerő költségét, a speciális kerámia tűk növelhetik az oltás költségét (Mohanta et al., 2015).

A dupla oltás egy olyan esetekben alkalmazott technika, amikor a kívánt alany nem ideális a nemes rész közvetlen oltására, például ha az alany mérete túl nagy, és szükség van egy köztes méretű szára a megfelelő összekapcsolódás biztosítása érdekében. Ebben az eljárásban először a nemes részt egy köztes alanyra oltják, amely méretében jobban illeszkedik a nemes részhez. Ezt követően a köztes alanyt egy másik, végleges alanyra oltják, amely kiváló ellenállósággal rendelkezik a talajeredetű betegségekkel szemben.

Ez a módszer jelentősen növeli a munkaráfordítást és a költségeket, mivel egy extra oltási lépést igényel, de lehetővé teszi a megfelelő kompatibilitást és stabilitást a különböző alany-nemes kombinációk esetében, így biztosítva a növény optimális növekedését és egészségét. A dupla oltás alkalmazása különösen hasznos olyan termesztési körülmények között, ahol specifikus betegségekkel szembeni ellenállóságra és méretbeli adaptációra is szükség van (Mohanta et al., 2015).

3. Az Oltás múltja, jelene, jövője

3.1 Az oltás múltja

3.1.1. Ókor, középkor

A zöldségek oltása egy olyan mezőgazdasági technológia, amely több évezredes történelmi múltra tekint vissza. Az oltás technikájának története mélyen gyökerezik az ókori kultúrák mezőgazdasági gyakorlatában, és fejlődése során számos áttörést ért el, különösen Kelet-Ázsiában, ahol ma is az egyik legszélesebb körben alkalmazott technológia.

Az oltás első nyomai az ókori Mezopotámiában, valamint a Bibliában és a Talmudi forrásokban találhatóak. Az ókori görög és római szerzők, például Theophrasztosz és Cato is részletesen leírták a növények oltásának módszereit. Az oltás kezdetben főként gyümölcsfákra terjedt ki, különösen olyan fajokra, mint az alma, körte, szőlő, amelyek nem gyökereztek könnyen dugványokból, és így az oltás lett a legmegfelelőbb eszköz ezeknek a növényeknek a vegetatív szaporítására. Az ókori rómaiak az oltás különböző módszereit használták, például a hasítékolást és a közelítési oltást, amelyek ma is fontos technikák a gyümölcsfák szaporításában. Az ősi mezőgazdaságban a különböző oltási technikák meghatározó szerepet játszottak, különösen a gyümölcsfák nemesítésében és termésük javításában. Arthur Stanley Pease által 1933-ban írt tanulmány a „Notes on Ancient Grafting” széleskörű betekintést nyújt a klasszikus irodalomban említett oltási módszerekbe.

Az intraspecifikus oltás az, amikor az oltást egy adott fajon belül, vagy közeli rokon fajok között végezték. Theophrasztosz műveiben („C.P. i, 6, 2”) hangsúlyozza, hogy az azonos fajok közötti oltás a legkönnyebb, mivel a hasonló szövetek és élettani folyamatok biztosítják a sikeres egyesülést. Ez a gyakorlat alapvetően a botanikai rokonságra épült (Pease, 1933).

A hozzáoltás ("Grafting by Approach") egy másik fontos módszer volt, amelyet Pease különösen részletesen tárgyal. Ennek a módszernek a lényege, hogy két közel ültetett fa ágait fizikailag egyesítik, majd az összenőtt részeket levágják az eredeti fákról. Az ilyen módszert gyakran alkalmazták az olajfa és a fügefafa esetében. Columella is leírja ezt a módszert, amely szerint az oltási kapcsolatot évekig fenntartották, mielőtt teljesen levágták volna az eredeti

fáról. (Pease, 1933) a hozzáoltás és az összenőtt törzsek módszere lehetővé tette a különböző fajok, sőt néha különböző családok közötti oltást is, amit az antik szerzők gyakran dicsértek, mint innovatív és hatékony módszert a termés minőségének javítására.

Az intergenerikus oltásokra vonatkozóan is számos ősi hivatkozás található. A „Pseudo-Arisztotelészi De Plantis” mű külön említi, hogy bizonyos fák (mint a babér vagy az olajfa) vadfajokra, például platánra vagy terebintusra oltva jobban nőnek (Pease, 1933).

Ezen oltások még különböző családok közötti egyesítések esetén is gyakran sikeresek voltak, ami azt sugallja, hogy az oltás és a kompatibilitás elveit az ősi mezőgazdaságban mélyrehatóan tanulmányozták.

Plinius és Plutarkhosz Feljegyzései alapján Plinius a Természetrájk című művében („Naturalis Historia”, XVII, 120-121) megjegyzi, hogy létezett olyan fa, amelyen egyszerre többféle gyümölcs termett: egy ágon mogyoró, másikon olajbogyó, máshol pedig szőlő és körte. Ugyanakkor megjegyzi, hogy ezek az oltások gyakran rövid életűek voltak (Pease, 1933). Plutarkhosz („Quaestiones Convivales”) szintén említi, hogy egyes kertekben különböző fákat oltottak egymásra, így a mirtuszon gránátalma termett (Pease, 1933).

A modern tudomány némi szkepticizmussal tekint az ókori intergenerikus oltásokra, különösen azokra, amelyek különböző családok közötti egyesítéseket állítottak. Daniel (1902) kísérletei azonban bebizonyították, hogy bizonyos esetekben ilyen oltások valóban sikeresek lehetnek, különösen, ha a hozzáoltás módszerét alkalmazzák, amely lehetővé teszi a különböző családok közötti kapcsolat kialakítását (Pease, 1933).

Ezek alapján megállapítható, hogy az ősi oltási eljárások különböző technikákat alkalmaztak, közülük néhány, mint a hozzáoltás vagy az intraspecifikus oltás, még ma is ismert és használatos.

Kínában az oltásról szóló legkorábbi feljegyzések a Kr. e. 1. századból származnak, az úgynevezett „Fan Sheng-Chih Shu” című műből. A könyv leírja az lopótök *Lagenaria siceraria* oltásának gyakorlatát, amely során tíz növényt egy helyre ültettek, majd a kihajtott szárat összekötötték, hogy összenőjenek (közelítési oltás), és végül egyetlen hajtásra metszették őket, amely tíz gyökér rendszerhez kapcsolódott. Ennek a módszernek a célja valószínűleg a termésméret növelése vagy a termelési időszak meghosszabbítása volt, mivel a

több gyökérrendszer tovább bírta a gombás betegségek miatti pusztulást (Mudge et al., 2009).

Kína egyik legfontosabb mezőgazdasági műve, a „Qi Min Yao Shu”, amelyet Jia Sixie írt a 6. században, részletesen leírja az oltás előnyeit, az alanyok kiválasztását, az oltás idejét és módszereit. A könyv ajánlásai megbízhatóak voltak, de az alanyok és nemesek kompatibilitásáról szóló tanácsok nem mindig bizonyultak pontosnak. A fehér eperfa *Morus alba* oltásának lehetőségét is említik, bár az eperfa egyszerűen gyökereztethető dugványokból is, így nem világos, miért választották ezt az összetett vegetatív szaporítási módszert. Az oltás Kínában tehát már az ókorban is ismert és alkalmazott technológia volt, amely különböző növényeknél eltérő célokat szolgált, például a hozam növelését, a betegségekkel szembeni ellenállás fokozását és a termesztési szezon meghosszabbítását (Mudge et al., 2009).

3.1.2. 19.-20. század

Az oltás alkalmazása különösen fontos szerepet kapott a 19. század során, amikor a filoxéra járvány súlyosan veszélyeztette az európai szőlőültetvényeket. Az amerikai szőlőgyökér, amely rezisztens volt a filoxéra ellen, megoldást jelentett a problémára, így az oltás vált a szőlőtermesztés megmentőjévé Európában. Az oltásnak köszönhetően a gyümölcsfák, különösen az alma és körte, könnyebben tudtak ellenállni különféle talajlakó betegségeknek és abiotikus stresszhatásoknak, például a szélsőséges talajhőmérsékleteknek (Mudge et al., 2009).

A zöldségek oltása, különösen a kabakos növények esetében, a 20. század elején kezdett igazán elterjedni, főként Japánban. A zöldségfélék oltását a 1920-as években kezdték el alkalmazni Japánban, amikor a görögdinnyét *Cucurbita moschata* alanyra oltották a *Fusarium* hervadás elleni védekezés céljából. Az 1930-as években az lopótök *Lagenaria siceraria* lett a legelterjedtebb alany, mivel kiváló kompatibilitást és erős rezisztenciát biztosított. A technika elterjedése segítette a folyamatos monokultúrás termesztést anélkül, hogy csökkent volna a gyümölcsminőség, és lehetővé tette a termelékenység fenntartását (Mudge et al., 2009).

Az 1950-es és 1970-es évek között Japánban újabb kihívások jelentkeztek, például a hirtelen hervadás problémája, amelyet fiziológiai rendellenességek és különböző patogének, például *Pythium spp.* okoztak. Ennek hatására új alanyokat kellett keresni, és a kutatások során különösen a *Cucurbita*

nemzetség bizonyos fajai bizonyultak hatékonyak, mivel ellenállók voltak mind a fiziológiai, mind a patológiai okokból bekövetkező hervadással szemben.

A 20. század során a zöldségek oltása kiterjedt a légyszárú növényekre is, beleértve a görögdinnyét, uborkát, sárgadinnyét, paradicsomot, padlizsánt és paprikát. A zöldségfélék oltásának egyik fő célja az volt, hogy a talaj eredetű betegségekkel szembeni ellenállóképességet növelje, mint például a *verticillium* hervadás, a *fusarium* hervadás, a bakteriális hervadás és a fonálférges (Mudge et al., 2009).

Japánban és Koreában a növények, különösen a görögdinnye és uborka, szinte minden esetben oltott formában kerültek termesztésre, különösen üvegházi körülmények között, ahol az intenzív termesztés és a folyamatos növényváltás miatt a talajfertőzések kockázata magas volt.

A 20. század egyik legnagyobb újítása az in vitro oltás volt, amely során egy 1,5 mm magas hajtáscsúcsot oltanak egy magonc alanyra. Ezt a technikát Toshio Murashige és munkatársai fejlesztették ki 1972-ben citrusfélékkel, hogy megszabadítsák a növényeket a vírusoktól és egyéb szisztémás kórokozóktól. Ez a módszer különösen hatékony volt a vírusmentes növények előállításában, mivel a merisztéma szövetek viszonylag vírus- és kórokozómentesek, így a reprodukív érettségi fázis is megmaradt (Mudge et al., 2009).

Az 1990-es években az oltási technológiák további fejlődésen mentek keresztül az automatizált rendszerek kifejlesztésével. Számos mezőgazdasági gépipari vállalat fejlesztett fél- vagy teljesen automatizált oltórobotokat, amelyek akár 600-1200 oltványt is képesek előállítani óránként. Azonban ezek a robotok csak akkor hatékonyak, ha a magoncok mérete és fejlődési állapota nagyon egységes, ami jelentős követelményeket támaszt a termesztéssel szemben. Az ilyen gépek különösen Japánban és Koreában terjedtek el, ahol a magas munkaerőköltségek és a termesztési hatékonyság növelése érdekében egyre nagyobb mértékben használták őket (Mudge et al., 2009).

Az oltási technikák fejlődésével különféle módszerek váltak elérhetővé. Ezen a technikák kivitelezése kézzel és különféle módosított eszközökkel (pl. csipeszek, kapcsok) történtek, amelyek segítségével tapasztalt munkások akár napi 1000 oltást is el tudtak végezni. Az automatizáció célja az volt, hogy csökkentsék a oltás költségeit, ami különösen a zöldségpalánták tömeges előállításánál játszott kulcsszerepet (Mudge et al. 2009).

3.2 Az oltás jelene

3.2.1. Oltott zöldségnövények elterjedése

A zöldségfélék oltásáról ma már a hazai szakirodalomban is egyre több információt lehet találni, és a gyakorlati termesztésben sem számít már újdonságnak ez a technológiai elem. 15-20 évvel ezelőtt azonban Magyarországon még egyáltalán nem volt általános az oltott zöldségnövények használata. Hazai alkalmazásuk elterjedését nagyban elősegítette a metil-bromid talajfertőtlenítő tiltólistára kerülése és az EU-hoz való csatlakozásunk (Kappel, 2019). A zöldség oltványok legjelentősebb piaca a távol-kelet napjainkban is, viszont egyes mediterrán országokban is szignifikáns az oltott növények felhasználásnak aránya, ahogy ezt az 1. táblázatból leolvashatjuk. Egyes országokban (Korea, Japán, Spanyolország, Görögország) pl. görögdinnyéből ma már exkluzívan csak oltott palántákat ültetnek. Általánosan elmondható ugyanakkor, hogy tojásgyümölcs és paprika esetében a legkisebb az oltványok felhasználása. Ezzel szemben az uborkát a távol-keleten nagyon jelentősen oltják, itthon pedig ez igen ritka még ma is (Kappel, 2019).

1. táblázat Egyes országokban a zöldségfélék esetében alkalmazott növény oltványok aránya (Forrás: Ashouk et al., 2017)

Ország	Görög-dinnye	Uborka	Sárga-dinnye	Paradicsom	Tojásgyümölcs	Paprika
Izrael	70 %	-	5 %	15 %	5 %	-
Japán	93 %	72 %	30 %	48 %	65 %	5 %
Korea	98 %	95 %	95 %	15 %	2 %	25 %
Görögo.	100 %	5-10 %	40-50 %	2-3 %	-	-
Spanyolország	98 %	-	3 %	4500 ha	-	-
Marokkó	-	-	-	75 %	-	-
Ciprus	80 %	-	-	170 ha	-	-
Olaszország	30 %	-	-	1200 ha	-	-
Franciaország	-	3 %	1000 ha	2800 ha	-	-
Hollandia	-	5 %	-	50 %	-	-
Törökország	30 %	5 %	-	25 %	10 %	-

- Görögdinnye (*Citrullus lanatus*): Görögország, Spanyolország, és Korea már kizárólag oltott görögdinnyét termeszt. A gyakorlat jelentősége a talajból eredő betegségek (pl. fuzárium) elleni védelem, a hozam stabilizálása és a monokultúrás termesztés lehetősége (Kappel, 2019).
- Uborka (*Cucumis sativus*): Távol-keleti országokban, például Japánban és Koreában az oltott uborka aránya 72% és 95%. Európában (például Franciaországban és Hollandiában) az oltott uborka termesztése még korlátozott (5% körüli). Jelentősége a jobb hőtolerancia, talajlakó kórokozók elleni védelem, és fokozott növekedési erély (Kappel, 2019).
- Sárgadinnye (*Cucumis melo*): Koreában az oltott sárgadinnye aránya 95%, Görögországban 40-50%, Japánban 30%. Jelentőség a stressztűrő képesség növelése, jobb minőségű termés és talajkártévők elleni védelem (Kappel, 2019).
- Paradicsom (*Solanum lycopersicum*): A hajtattott paradicsom esetében Magyarországon a termesztett állomány 95%-a oltott, főleg talajnélküli rendszerekben. Spanyolországban és Olaszországban szintén jelentős az oltás (4500 ha illetve 1200 ha). Jelentősége a hozamnövelés, fonálféreg-problémák kezelése és betegségekkel szembeni ellenállóság (Kappel, 2019).
- Tojásgyümölcs (*Solanum melongena*): Japánban az oltott tojásgyümölcs aránya kiemelkedő (65%), de más országokban (pl. Korea, 2%) kevésbé elterjedt. Magyarországon csak néhány termesztő alkalmazza. Jelentősége a stressztűrés fokozása, kórokozók elleni védelem (Kappel, 2019).
- Paprika (*Capsicum spp.*): Az oltott paprika termesztése kevésbé elterjedt. Koreában a termesztés 25%-a oltott, míg Japánban és Izraelben 5% körüli. Magyarországon csak talajos termesztésben, főleg fonálféreg-problémák ellen alkalmazzák. Jelentősége a talajlakó kártevők elleni védelem, stressztűrő képesség javítása (Kappel, 2019).

3.2.2. Jelenkor kihívásai

A zöldségek oltása jelentős munkaerő igényvel jár, különösen a kezdeti stádiumokban, mivel kézi beavatkozást igényel. Az automatizált oltó rendszerek ugyan csökkentették ezt a munkaerőigényt, de ezek is költséges

beruházást jelentettek, különösen a kisgazdaságok számára, ezt a 2. táblázat szemlélteti. Az oltási kompatibilitás továbbra is kihívást jelent, mivel az oltott növények túlélési aránya jelentősen függ az alany és a nemes kompatibilitásától. A megfelelő kompatibilitás hiánya jelentős oltási sikertelenséghez vezethet, ami csökkenti a hatékonyságot.

2. táblázat: A Kézi és gép oltás tulajdonságainak összehasonlítása

(Forrás: Saját munka)

Szempont	Kézi oltás	Gépi oltás
Munkaerő költsége	Tapasztalt oltók esetében napi 800-1200 oltvány készíthető el, ami jelentős munkaerő-ráfordítást igényel.	Az automatizált oltórobotok jelentősen csökkentik a munkaerő-szükségletet.
Beruházási költség	Minimális eszközigeny (oltókés, oltócsipesz).	Oltórobotok és kapcsolódó berendezések beszerzése jelentős beruházást igényel.
Termelékenység	Egy tapasztalt oltó napi 800-1200 oltványt készíthet el.	Az automatizált rendszerek napi több ezer oltvány előállítására képesek.
Pontosság	Az oltás minősége az oltó tapasztalatától függ.	A gépi oltás egyenletes minőséget biztosít.
Tanulási görbe	Az alapvető technikák gyorsan elsajátíthatók.	A gépek kezelése speciális képzést igényel.
Egységköltség	A kézi munkaerő költségei növelik az oltott palánták árát.	Nagy volumenű termelés esetén a gépi oltás csökkenti az egységköltséget.
Rugalmasság	Kisebb mennyiségek és speciális igények esetén előnyös.	Nagy volumenű, standardizált termelésre optimalizált.
Fenntartási költség	Kevés eszközkarbantartás szükséges.	A gépek rendszeres karbantartást és esetleges javítást igényelnek.
Helyigeny	Kevés helyet igényel a munkavégzéshez.	A gépek működtetése több teret igényel.
Alkalmazhatóság	Különböző növényfajok és kisebb tételek esetén is alkalmazható.	Főként nagy volumenű termelésnél gazdaságos.
Környezeti hatás	Kevesebb energiafelhasználás.	A gépek energiaigénye növeli a környezeti terhelést.

Az oltott növények alkalmazkodóképessége különböző környezeti feltételekhez, például magas hőmérséklethez vagy aszályhoz, különböző lehet a gyökér- és nemesfajták függvényében. Az aszály- és sótűrő alanyok kiválasztása komoly kutatást igényel a sikeres eredmény érdekében. Bár az oltás hozzájárul a talaj eredetű betegségek elleni védekezéshez, a nem megfelelően megválasztott alany növelheti a fertőzés kockázatát más patogénekkal szemben, ami növeli a növényvédelmi költségeket és az ellenállóképesség hiányából eredő veszteségeket.

3.2.3. Hátrányai

Az oltás jelentős költségekkel jár, amelyek az alanyok és nemesek termesztéséből, az oltási folyamatból, valamint az ehhez szükséges infrastruktúrából és technológiából adódnak. Ezek a költségek különösen a kisebb termelők számára jelenthetnek problémát, akik nem engedhetik meg maguknak az automatizált rendszerek beszerzését.

Az oltott növények előállítása több időt vesz igénybe a nem oltott növényekéhez képest, mert az oltás gyógyulási ideje és az alkalmazkodási folyamat hosszabb időt igényel. Ez különösen problematikus lehet, amikor gyors növényváltásra van szükség a termesztési ciklus során.

Nem minden alany és nemes fajta kompatibilis egymással, ami az oltványok elhalásához és a növény pusztulásához vezethet. A megfelelő alany kiválasztása és a sikeres oltás biztosítása jelentős szakértelmet igényel, és a hibák magas veszteségeket eredményezhetnek.

3.3 Az oltás jövője

Az oltás jövőjére vonatkozóan a szakirodalomban főleg az automatizálási folyamatokról és különböző informatikai megoldásokról olvashatunk. Ezért ez a bekezdés főleg a robotizáció lehetőségeiről foglalja össze az információkat. A zöldségoltó robotok területén számos előremutató fejlesztés és innováció figyelhető meg, amelyek célja, hogy a folyamat költséghatékonyabbá váljon, és minél inkább csökkentse az emberi beavatkozás szükségességét. A bekezdés végén a 3. táblázatban találunk összefoglalót, amely bemutatja a robotok képességeit.

A mesterséges intelligencia (MI) alkalmazása a zöldségek oltásában számos előnyt nyújt az automatizálási folyamatok finomításában és az oltások

pontosságának növelésében. A modern MI-alapú rendszerek összetett adatfeldolgozási technológiákat használnak, amelyek a képfelismerés, a nagy adat elemzés és a gépi tanulás módszereivel javítják az oltási folyamat különböző lépéseit. Ezek a technológiák egyre inkább elengedhetetlenek a precíziós mezőgazdaságban, ahol a termelés hatékonysága és a túlélési arányok növelése kulcsfontosságú.

3.3.1. Gépi Látás-alapú diagnosztikai és optimalizációs technológia

Ahogy azt a korábbiakban már tárgyaltam a zöldségoltás egyik legkritikusabb aspektusa az alany és a nemes szárának tökéletes összeillesztése. Az MI-alapú gépilátás-technológia rendkívül pontos diagnosztikai képességekkel rendelkezik, amely lehetővé teszi az alany és a nemes szárának keresztmetszeti vizsgálatát és összehasonlítását. Az érzékelők és kamerák által rögzített nagy felbontású képeket az MI rendszerek algoritmusai valós időben elemzik, felismerve azokat a minimális eltéréseket is, amelyek hatással lehetnek az oltás sikerességére. A gépi látás segítségével képes az alany és a nemes tökéletes illesztési pontjának beállítására, minimalizálva a vágási szögek eltéréséből fakadó pontatlanságokat (Yan et al., 2022).

3.3.2. “Nagyadat” elemzés és adaptív tanulási modellek

A zöldségoltó robotok mesterséges intelligencia rendszerei folyamatosan gyűjtenek adatokat a végrehajtott oltásokról, beleértve a metszési szöget, az illesztési nyomást és a palánták túlélési arányát. Ezek az adatok egy nagyméretű, felhőalapú adatbázisba kerülnek, amelyet algoritmusok elemeznek. A “nagyadat” elemzési technikák, beleértve a mélytanulási modelleket, lehetővé teszik a robotok számára, hogy az optimális oltási paramétereket azonosítsanak és alkalmazzanak a következő folyamatok során. Az adaptív tanulási rendszerek arra is képesek, hogy előre jelezzék a lehetséges hibákat és eltéréseket a folyamatban, így az MI az idő múlásával egyre nagyobb pontossággal és hatékonysággal képes végrehajtani az oltásokat (Yan et al., 2022).

3.3.3. Intelligens ember-gép interakció és folyamatos felügyelet

Az intelligens ember-gép interakció az mesterséges intelligencia rendszerek azon képessége, amely lehetővé teszi a kezelők számára, hogy intuitív módon kommunikáljanak a robotokkal. A rendszer képes érzékelni a kezelési utasításokat és alkalmazkodni az eltérő növényi jellemzőkhöz, automatikusan korrigálva a beállításokat és paramétereiket. A felhasználói felületén keresztül a kezelők azonnal visszajelzést kaphatnak a folyamat állapotáról és a gép teljesítményéről. Ez a technológia nemcsak a rugalmasságot növeli, hanem lehetővé teszi a folyamatos felügyeletet és a valós idejű problémamegoldást is, így minimalizálva a hiba lehetőségét (Yan et al., 2022).

3.3.4. Palánták automatikus osztályozása és optimalizált előkészítési rendszer

A mesterséges intelligenciával vezérelt palánta osztályozás automatikusan felismeri és osztályozza a palántákat méretük, egészségi állapotuk és növekedési paramétereik alapján. Az MI által vezérelt osztályozási rendszer egy olyan algoritmust alkalmaz, amely képes pontosan megállapítani az alany és a nemes optimális párosítását, növelve ezzel a túlélési arányt és a termelési hatékonyságot. Az előkészítési rendszerben az MI figyelemmel kíséri az illesztési pontosságot és a metszési szöveget, automatikusan kiválasztva az adott alanyhoz és nemeshez legjobban illeszkedő paramétereiket. Ez az optimalizációs képesség csökkenti a hibaarányt és növeli az oltott növények élettartamát (Yan et al., 2022).

3.3.5. Felhőalapú számítástechnika és távfelügyeleti rendszerek

Az MI-alapú rendszerek felhőalapú platformokon keresztül integrálhatók, amelyek lehetővé teszik a termelési adatok valós idejű tárolását, elemzését és elérését. A felhőalapú távfelügyeleti rendszerek lehetővé teszik a mezőgazdasági termelők számára, hogy bárholnan figyeljék a folyamat hatékonyságát, és az adatokat valós időben frissítsék. Ez különösen fontos a nagyüzemi termelésben, ahol a gyors beavatkozás és az automatizált folyamat beállítások kritikusak. A rendszer képes az adatok alapján valós időben

korrigálni az oltási paramétereket, ezzel javítva a minőséget és csökkentve a veszteségeket (Yan et al., 2022).

3.3.6. Oltó robotok fajtái

Lapolt oltáson alapuló robotok:

ISEKI GR800 és GRF800-U: Ezek a robotok egyszerűsítik a lapolt oltási folyamatot, csökkentve a manuális munka szükségességét. Az 1994-ben bemutatott GR800 sorozatú zöldség oltó robot a lapolt oltási módszert alkalmazza, amely során az alany és a nemes szárát ferde vágással illesztik össze. A robot egyedi palánta adagoló rendszert használ, amely biztosítja az alany és a nemes pontos rögzítését és illesztését. A 2011-ben piacra dobott GRF800-U modell az ISEKI továbbfejlesztett automata zöldség oltó robotja. Az egyik jelentős újítása az automatikus palánta adagoló rendszer, amely lyukasztott tálcákon alapul, lehetővé téve a palánták automatikus adagolását és csökkentve a kézi beavatkozás szükségességét (Yan et al., 2022).

Yanmar AG1000: Burgonyaféléken tervezett teljesen automatizált robot, amely 1000 növény/óra sebességgel dolgozik és 97%-os túlélési aránnyal bír. A rendszer három szalagos szállító mechanizmusával biztosítja a gyors és pontos oltást. Az AG1000 három szállítószalaggal rendelkezik, amelyek gondoskodnak az alany és a nemes palánták szállításáról, rögzítéséről, vágásáról és illesztéséről. A robot egyszerre akár hat palántát képes oltani, amely lényegesen növeli a termelékenységet a kézi oltáshoz képest. Az oltás minőségét befolyásolhatja a palánták magassága és szárának átmérője. Ezek az eltérések hatással lehetnek az illesztés pontosságára, amely befolyásolhatja a túlélési arányt (Yan et al., 2022).

2JSZ-600 és TJ-800 modellek: Kínai fejlesztések, amelyek kétirányú oltási mechanizmust alkalmaznak, így az alany és a nemes párhuzamosan illeszthetők egymáshoz. A termelékenység akár 854 növény/óra, amely lényegesen növeli a hatékonyságot. A 2JSZ-600 egy automatikus zöldség oltó robot, amelyet a Kínai Mezőgazdasági Egyetem fejlesztett ki. Egy egykaros, kétirányú vágó mechanizmussal rendelkezik, amely lehetővé teszi az alany és a nemes egyidejű vágását és illesztését. A robot termelékenysége eléri a 600 palánta/órát, miközben az oltott palánták túlélési aránya 95%. A TJ-800 szintén a lapolt oltási technikát alkalmazza, de egy forgó vágó mechanizmussal van

felszerelve, amely pontosan beállítható vágási szöget biztosít. A TJ-800 kétállomásos palánta adagoló rendszert használ, amely lehetővé teszi két dolgozó számára a palánták folyamatos adagolását. A robot termelékenysége eléri a 800 palánta/órát, és a laboratóriumi tesztek során 95%-os túlélési arányt értek el (Yan et al., 2022).

Csöves oltás alapú robotok:

Mitsubishi MGM600 és ISO Group Graft1000 & Graft1200: Ezek a japán és holland robotok szállítószalaggal és képalakító rendszerekkel vannak ellátva, amelyek segítenek az alany és nemes pontos egyeztetésében. Teljes automatizáltsággal akár 1050 növény/óra sebességgel és 99%-os túlélési aránnyal működnek, így minimalizálják a manuális beavatkozás szükségességét. A Mitsubishi MGM600 zöldség oltó robotot a japán Mitsubishi Group fejlesztette ki, elsőként 1992-ben. Ez a félautomata gép, ami lehetővé teszi a palánták pontos eljuttatását az oltási állomásra egysoros szállítószalaggal. Ezen a szalagon keresztül a palánták pontos pozicionálása történik, ami különösen fontos a megfelelő illesztés biztosításához. A palántákat tápszerekkel ellátott tálcákban továbbítja a gép, amely gyors és precíz szállítást tesz lehetővé a megfelelő oltási helyre. Az MGM600 nagy pontosságú illesztést tesz lehetővé, amely garantálja a magas túlélési arányt és a jobb oltási eredményeket. Termelékenysége eléri a 600 palánta/óra sebességet, 95%-os túlélési aránnyal, ami jelentős fejlődést jelent a kézi oltáshoz képest. A holland ISO Group által kifejlesztett Graft1000 és Graft1200 modellek teljesen automata zöldség oltó robotok, amelyek célja a burgonyafélék hatékony oltása. A Graft1000-et 2007-ben fejlesztették ki, és beépített képfelismerő rendszert, valamint szállítószalagot tartalmaz, ami lehetővé teszi az alany és a nemes pontos összeillesztését. A Graft1000 teljesen automata és akár 1000 palánta/óra termelékenységgel dolgozik, 99%-os túlélési aránnyal. A Graft 1200 fejlesztése 2010-ben történt, továbbfejlesztve a Graft 1000 modell alapjait. Az egyik legnagyobb újítás a szilikon alapú rögzítő elem, amely egyszerűsíti az automatizált rögzítést és illesztést. A gép lézeres magasságmérőt használ, ami lehetővé teszi az ültetési magasság pontos meghatározását. Ez a modell is teljesen automata, és kapacitása eléri az 1050 palánta/órát, megtartva a 99%-os túlélési arányt. Továbbá a Graft1200-at egy dolgozó is képes üzemeltetni, ami jelentősen csökkenti a munkaerő költségeket.

A képfelismerő rendszerek és a lézeres magasságmérők biztosítják az oltás pontosságát és a magas túlélési arányt, amely gazdaságosabbá teszi az oltási folyamatot. A Graft1000 és Graft1200 termelékenysége 1000-1050 palánta/óra, ami lényegesen magasabb a kézi oltás kapacitásához képest. Az ISO Group féle Graft1100 félautomata robot költséghatékonyabb, miközben megtartja az 1000 növény/óra termelékenységet és a 98%-os túlélési arányt (Yan et al., 2022).

Lyukas beillesztéses oltáson alapuló robotok:

Northeast Agricultural University 2JC sorozat: A 2JC-350 egy automatikus zöldségoltó robot, amelyet a Dél-Kínai Mezőgazdasági Egyetem fejlesztett ki. A robot a lapolt oltási módszert alkalmazza, ahol az alany és a nemes szárát ferde vágással illesztik össze. A 2JC-350 egy egykaros, kétirányú vágómechanizmussal rendelkezik, amely lehetővé teszi az alany és a nemes egyidejű vágását és illesztését. A robot termelékenysége eléri a 350 palánta/órát, miközben az oltott palánták túlélési aránya 95%. A 2JC-450 a 2JC-350 továbbfejlesztett változata, amelyet szintén a Dél-Kínai Mezőgazdasági Egyetem fejlesztett ki. A robot hasonló technológiát alkalmaz, mint elődje, de megnövelt termelékenységgel rendelkezik, elérve a 450 palánta/óra sebességet. A túlélési arány továbbra is 95%, ami biztosítja a minőségi oltott palánták előállítását. A 2JC-1000 egy automatikus robot, amelyet a Dél-Kínai Mezőgazdasági Egyetem és a Nemzeti Mezőgazdasági Intelligens Berendezések Mérnöki Technológiai Kutatóközpontja közösen fejlesztett ki. A robot a lapolt oltási technikát alkalmazza, de egy forgó vágó mechanizmussal van felszerelve, amely pontosan beállítható vágási szöveget biztosít. A 2JC-1000 kétállomásos palánta adagoló rendszert használ, amely lehetővé teszi két dolgozó számára a palánták folyamatos adagolását. A robot termelékenysége eléri az 1000 palánta/órát, és a laboratóriumi tesztek során 95%-os túlélési arányt értek el (Yan et al., 2022).

Fejlett gépi látással rendelkező robotok:

A Helper Robotech féle AFGR-800CS gépi látási technológiája fejlett képfeldolgozó rendszert alkalmaz a palánták precíz illesztéséhez, mely kulcsfontosságú a magas oltási sikeresség eléréséhez. Ennek a rendszernek a fő funkciói az alany és a nemes keresztmetszetének valós idejű képrögzítése, amely biztosítja a pontos metszési felületek összeillesztését az oltás során. A

rendszer nagy felbontású kamerákkal dolgozik, amelyek a felület minden kis eltérését azonnal észlelik, és automatikusan beállítják a robot karjait a metszési pontok illesztésére . A gépi látás segítségével a robot képes valós időben ellenőrizni az oltási felület épségét, a metszések egyenletességét és az oltás szorosságát. Ezek az ellenőrzések jelentős mértékben hozzájárulnak a minőségbiztosításhoz, és segítenek fenntartani a 95%-os túlélési arányt. A rendszer gyors képfeldolgozó algoritmusokat használ, amelyek lehetővé teszik a magas, 800 palánta/óra oltási sebességet. Ez a feldolgozási sebesség csökkenti a várakozási időt a gép működésében és növeli az üzemi hatékonyságot. A gépi látás alkalmazása során az alany és a nemes különböző átmérőjű szárainak illesztését végzik, figyelembe véve az eltéréseket. A felismerő algoritmusok segítenek az alany és nemes szárainak görbületét összehangolni, ezáltal csökkentve az illesztési hibák lehetőségét. Nemcsak növeli az automatizálás szintjét, hanem lehetővé teszi a palánták intelligens felismerését és kategorizálását, ami kiemelkedő pontosságot és megbízhatóságot biztosít. A jövőbeni fejlesztések célja a mesterséges intelligencia mélyebb integrációja, mely lehetővé teszi a palánták adatainak valós idejű elemzését és a folyamatos optimalizálást az adatbázisok alapján, ezáltal javítva a robot intelligenciáját és hatékonyságát (Yan et al., 2022).

3. Táblázat: Az oltó robotok típusai

(Forrás: Yan et al., 2022)

Év	Modell	Kutató egység	Alkalmazási terület	Termelékenység (palánta/óra)	Túlélési arány	Automata
1994	GR800	ISEKI, Japan	Dinnye és burgonyafélék	800	95%	fél
1994	AG1000	Yanmar, Japan	Burgonyafélék	1000	97%	teljes
1998	2JSZ-600	China Agricultural university	Dinnye	600	95%	fél
2009	2JSZ-600B	China Agricultural university	Dinnye és burgonyafélék	854	95%	teljes
2010	EMP300	Conic system, Spain	Burgonyafélék	400-600	98%	fél
2011	TJ-800	NERCIEA	Dinnye és burgonyafélék	800	95%	fél
2011	GRF800-U	ISEKI, Japan	Dinnye	800	95%	teljes
2014	Cucurbit pot seedling single operation grafting robot	China Agricultural university	Dinnye	440	92%	teljes
2015	Solanum vegetable grafting robot	Beijing Research center for information technology in Agriculture	Burgonyafélék	512	99.5%	teljes
2020	Solanum vegetable semi-automatic grafting robot	South China Agricultural University	Burgonyafélék	1000	-	fél
2021	JFT-A1500T	Hefei Jiafute Robot Technology Co., Ltd.	Dinnye és burgonyafélék	1500	98%	fél
2022	HAU-22	Huazong Agricultural University	Dinnye	2134	67%	teljes

4. Oltás hatása a zöldségnövények beltartalmi értékeire, mennyiségi, minőségi tulajdonságaira

4.1 Uborka

Az egyik általam vizsgált irodalmi forrás kísérletének célja az oltott uborka beltartalmi összetevőinek és fiziológiai reakcióinak részletes vizsgálata volt a sóstressz hatására, amelyet a sótüdő tök (*Cucurbita moschata*) használatával végeztek, összehasonlítva a saját gyökér rendszerrel rendelkező vagy önoltott uborkával (*Cucumis sativus*). A kutatás során megállapították, hogy a tök alanyra oltott uborka nátriumion (Na^+) akkumulációja, iontranszport mechanizmusai, tápanyag-megoszlása és vízgazdálkodása jelentősen eltért a kontroll egyedekétől.

A Na^+ koncentráció a hajtásokban akár 69-71%-kal alacsonyabb volt, mint az önoltott uborka esetében, erről összefoglalót a 4. táblázatban láthatunk. Ezzel szemben a uborka-tök kombinációban a hajtás Na^+ koncentrációja akár 203%-kal is magasabb volt a saját gyökérral rendelkező tökhöz képest. Ez a különbség a Na^+ szállításában mutatkozott meg a gyökérrendszerből a hajtásba, mivel a sótüdő tök gyökerei hatékonyabban tudták kizárni és visszatartani a Na^+ ionokat, ezzel csökkentve azok transzlokációját a hajtásba. A kutatók három mechanizmust feltételeztek, amelyek a Na^+ csökkent hajtásba való jutását eredményezik tökalany használata esetén:

- A Na^+ kizárása a gyökerekben: A tök gyökerei a sejtplazmán kívüli Na^+ eltávolításával csökkentik a belső Na^+ koncentrációt, ami a sóérzékeny uborkában kevésbé hatékony.
- Na^+ xylembe történő bejutásának csökkentése vagy visszanyerése: A Na^+ ionok visszatartása, mielőtt elérnék a xylemet, vagy azok visszajuttatása a gyökérralába kulcsszerepet játszik az ioneloszlás szabályozásában.
- Na^+ megkötés és raktározás a gyökérralában: A tök gyökerei a Na^+ ionokat főként a vakuólumokban tárolják, így csökkentve azok sejtplazmában kifejtett toxikus hatását. Káliumion (K^+) Felhalmozódás és Transzport A K^+ ion fontos szerepet játszik a sejtek ozmotikus szabályozásában és a turgornyomás fenntartásában. A tökalanyú uborka

esetében a K^+ koncentráció magasabb volt a hajtásban, ami a Na^+ koncentráció csökkenésével járt együtt. A gyökérben ugyanakkor alacsonyabb K^+ koncentráció mutatkozott, ami a nagyobb Na^+ koncentrációval volt összefüggésben.

Vízszállítás és levéllégzés paramétereit az oltott uborka vízforgalmát a gyökérnyomás és a levél transzspiráció egyaránt befolyásolta. Tök gyökérrendszer esetében a xylem térfogata és a levéllégzés intenzitása is magasabb volt, ami a gyökerek nagyobb vízszállító kapacitására utal. Ez segítette a Na^+ koncentráció alacsony szinten tartását a xylemben, elősegítve a sótolerancia növekedését. (Huang et al., 2013)

Növekedési reakciók és sóérzékenység a sóérzékeny uborka növekedése jelentősen visszaesett a magas $NaCl$ koncentráció alatt, különösen önoltott vagy saját gyökerű egyedeknél, míg a tök alanyú uborka növekedés csökkenése mérsékeltebb volt. A tök-uborka kombináció esetében a növekedési paraméterek szignifikánsan alacsonyabbak voltak, ami rámutatott, hogy az alany sótoleranciája domináns tényező volt az oltott növény sótűrésének meghatározásában. Az alany kiválasztása, ezért különösen fontos a sóérzékeny fajták esetében. (Huang et al., 2013)

4. Táblázat Uborka beltartalmi értékeinek változásai

(Forrás: Saját munka)

Paraméter	Uborka	Oltott uborka (tök alany)
<i>Na⁺ koncentráció (hajtás)</i>	Magasabb (69-71%-kal)	Alacsonyabb (69-71%-kal)
<i>Na⁺ koncentráció (gyökér)</i>	Alacsony	Magas
<i>K⁺ koncentráció (hajtás)</i>	Alacsony	Magas
<i>K⁺ koncentráció (gyökér)</i>	Magasabb	Alacsony

Az uborka oltására használt alanyok:

- *Lagenaria siceraria* (lopótök). Erős gyökérzetű, kiváló víz- és tápanyag felvételi képességgel rendelkezik. Jelentős ellenállást mutat talajeredetű

betegségekkel szemben, mint például a fuzáriumos hervadás (*Fusarium oxysporum*), valamint javítja az uborka növekedését és terméshozamát.

- *Cucurbita moschata* (pézsmatök). Erős gyökérzetű, jó stressztűrő képességgel rendelkezik, különösen szárazság és magas hőmérséklet esetén. Ellenálló a talajeredetű kórokozókkal szemben, és javítja az uborka tápanyag- és vízfelvételét, ami növeli a terméshozamot.
- *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* hibridek. A két faj előnyös tulajdonságait egyesítik, erős gyökérzetet és kiváló betegségtoleranciát biztosítanak. Növelik az uborka sótűrését és tápanyag-felvételi hatékonyságát, ami különösen fontos száraz és tápanyagszegény talajokon.

A tanulmány szerint a sótűrő alany kiválasztása jelentős hatással van az uborka sótoleranciájára. A tök alany használatával csökkent a Na⁺ ionok hajtásba történő transzportja, növekedett a K⁺ koncentráció a hajtásokban, és javult a növények víz transzportja és fiziológiai alkalmazkodása sóstressz alatt. Az eredmények alapján a sótoleráns alany használata elengedhetetlen stratégia lehet a sóérzékeny uborka termesztésében, különösen a magas sótartalmú talajokon (Huang et al., 2013).

A Kalaam F1 hibrid uborka oltása különböző tökfélékre a következőkben részletezett kvalitatív és kvantitatív hatásokat eredményezte, amelyet az 5. táblázat is összefoglal. A lopótök alanyon történő hasítékolt oltásnál jelentős növekedési előnyöket figyeltek meg, mint például nőtt a növénymagasság (622 cm) és vastagodott a szár átmérő (1,13 cm). Az oltási technikák közül a lapolt oltás bizonyult a leghatékonyabbnak, melyet a nyelves, az egy szikleveles oltás, majd a lyukas beszúrásos módszer követett. Ezek a különbségek az oltvány növekedési erélyére és a vegetatív tulajdonságokra gyakorolt pozitív hatásra utalnak, különösen olyan környezetekben, ahol talajeredetű kórokozók, például fonálférgék vannak jelen (Noor et al., 2019).

Az uborka terméshozama és termésminősége javult az oltással. A lopótök alanyra oltott növények 13 darab termést termelt növényenként, melyek átlagos tömege 121,4 gramm volt. A termés formáját (hossz/szélesség arány) is jelentősen befolyásolta az oltás. A lopótök alanyon termesztett növények 6,88-os indexet értek el, amely javított, kompaktabb gyümölcsformát eredményezett. A termés összes oldható szilárd anyag tartalma (TSS) szintén magasabb lett, ami édesebb ízt jelenthet, bár a gyümölcs

szárazanyag-tartalmában nem tapasztaltak jelentős változást (Noor et al., 2019).

Az oltás hatására javult a termés ásványi anyag összetétele, különösen a nitrogén (N), foszfor (P), kálium (K), kalcium (Ca) és magnézium (Mg) koncentrációja. Az oltás a lopótök alanyon jelentős mértékben növelte ezen makroelemek szintjét, amelyek fontosak a gyümölcs táplálkozási értékének növelésében (Noor et al., 2019).

Az oltott növények nagyobb betegségtoleranciát mutattak talajban előforduló kórokozókkal, például gyökérgubacs-fonálférgekkel szemben. A lopótök alany különösen hatékonynak bizonyult ezen betegségek visszaszorításában, hozzájárulva az egészségesebb gyökérrendszer kialakulásához és a jobb tápanyagfelvételhez. Ennek köszönhetően a növények hosszabb termesztési időszakot biztosítottak és jobb stressztűrő képességgel rendelkeztek, ami a termés minőségének stabilitását is eredményezte (Noor et al., 2019).

5. Táblázat: Az oltás hatása az uborkára

(Forrás: Saját munka)

Paraméter	Uborka	Oltott uborka
Növekedési Paraméterek	Átlagos növekedés, kevésbé fejlett gyökérzet.	Erőteljesebb növekedés, robusztus gyökérzet.
Terméshozam	alap hozam	10-30%-kal magasabb hozam sóstressz alatt.
Szárazanyag-tartalom (DM %)	4-5%	4-5% (nem változott).
Cukortartalom (TSS, Brix)	2,5-3,5	2,8-4,0 (enyhén magasabb).
Nátrium felhalmozódása	Magasabb nátrium-koncentráció a hajtásban.	Alacsonyabb nátrium-koncentráció a hajtásban.
Stressztűrés (sótolerancia)	Kevésbé tolerálja a magas sókoncentrációt.	Jobb sótolerancia, hatékonyabb nátrium-exklúzió.

4.2 Paradicsom

A felhasznált forrás megállapította, hogy a paradicsom beltartalmi értékei és fiziológiai tulajdonságai az oltás hatására jelentős változásokat

mutattak, különösen sótűrő alany alkalmazásával (például AR-9704 alany), ami fokozta a sótoleranciát a növényekben. Az alábbiakban ismertetem az oltás hatásait különböző beltartalmi és élettani paraméterekre, amelyeket kontroll (nem oltott) és 75 mM NaCl-sótartalmú környezetben nevelt növényeken vizsgáltak. Ezeket a 6. táblázatban foglalom össze.

A gyökér hidraulikus vezetőképessége (L0) a gyökerek vízszállító képességének mértéke, amelyet a Scholander-nyomáskamrával és természetes exudációs módszerrel is mértek. Az eredmények azt mutatták, hogy oltás hatására mind a Fanny, mind a Goldmar fajták L0 értéke csökkent, különösen kontroll körülmények között. A sókezelés (75 mM NaCl) után az oltott és nem oltott növények közötti különbségek csökkentek, ami arra utal, hogy a gyökér hidraulikus konduktanciája nem jelentett akadályt a vízszállításban az oltási helyen (Fernández-García et al., 2002).

A növények víz szállítási útvonalai közül az apoplastikus út szerepe növekedett a sóstressz hatására mind oltott, mind nem oltott növényekben. Ez az útvonal a sejtfalon keresztül vezetett vizet, ami nagyobb mértékben járult hozzá a vízszállításhoz magas sókoncentráció esetén. Ezzel a mechanizmussal a növények részben képesek voltak ellensúlyozni a sóstressz okozta sejtszintű ozmotikus nyomást és ionegyensúly felborulását, amely egyébként akadályozná a sejten belüli vízáramlást (Fernández-García et al., 2002).

A xylemben lévő Na^+ és Cl^- koncentrációja jelentősen alacsonyabb volt oltott növényekben, mint a nem oltottakban. A 75 mM NaCl kezelés során a nem oltott növényekben kétszer magasabb volt a Na^+ és Cl^- koncentráció a xylemben, ami azt mutatja, hogy az oltás jelentősen csökkentette ezen ionok felhalmozódását a hajtásokban. Ez a jelenség összefügghet azzal, hogy az alany képes korlátozni a sótartalmú ionok szállítását, ami növeli a növény sótoleranciáját. Az oltás tehát az ionkizárás mechanizmusán keresztül járul hozzá a sótolerancia fokozásához, mivel az alany limitálja a Na^+ és Cl^- ionok xylembe jutását és transzportját (Fernández-García et al., 2002).

A klorofilltartalom (klorofill a, b és összes) növekedett az oltott növényekben, különösen sóstressznek kitett környezetben, míg a nem oltott növényeknél nem mutatkozott jelentős változás. A klorofill növekedése az oltott növényekben a fotoszintézis hatékonyságát is növelheti, mivel a magasabb klorofill szint összefügg a jobb fényhasznosítással és az asszimilációs aktivitással. Ez a növekedés valószínűleg nem a víztartalom

változásának tudható be, mivel a friss- és száraztömeg aránya nem mutatott különbséget a kezelések között. A fotoszintetikus kapacitás fenntartása tehát hozzájárulhat a sóstressz alatti jobb alkalmazkodáshoz (Fernández-García et al., 2002).

A 75 mM NaCl kezelés alatt a xylem K^+ és Mg^{2+} koncentrációja magasabb volt, mint a kontroll körülmények között. Az alacsonyabb Na^+ és Cl^- szintű oltott növények esetében ez kedvező ionegyensúlyt eredményezett, ami hozzájárult a növény ionhomeosztázisának fenntartásához. Ez különösen fontos a K^+ esetében, mivel a K^+ alapvető szerepet játszik az ozmotikus egyensúly és a turgornyomás fenntartásában. Az oltott növények képesek voltak stabilizálni a sejtek K^+/Na^+ arányát, ami tovább fokozta a sótoleranciát (Fernández-García et al., 2002).

A *Solanaceae* oltására használt alanyok:

- Specifikus rezisztens paradicsom fajtákat használnak alanyként, amelyek ellenállóak különböző talajeredetű betegségekkel szemben, mint például a fuzáriumos hervadás, verticilliumos hervadás és gyökérgubacs-fonálférgék. Az ilyen alanyok segítenek megőrizni a nemes paradicsom tulajdonságait, miközben növelik a betegség- és stressztűrő képességét.
- Vad Padlizsán *Solanum torvum*, amelyet főként padlizsánok alanyaként alkalmaznak, rendkívül ellenálló a talajban lévő patogénekkal szemben, például a baktériumos hervadással (*Ralstonia solanacearum*) és különféle fonálférgékkel szemben. Erős gyökérzetet biztosít, amely növeli a víz- és tápanyagfelvételt, valamint javítja a nemes betegségtűrő képességét.
- Törpe Paradicsom. A törpe paradicsom fajták erős gyökérzettel rendelkeznek és kedvező alanyt biztosítanak a paradicsom számára, különösen a szárazságtűrő képesség növelése érdekében. Javítja a nemes növekedési erélyét, és növeli a terméshozamot száraz körülmények között is.
- Interspecifikus Hibridek (pl. *Solanum lycopersicum* × *Solanum habrochaites*) A különböző *Solanum* fajok hibridjei, mint például a *Solanum habrochaites*, gyakran használt alanyok, amelyek kombinálják a különböző betegség toleráns géneket és a gyökérzeti erősséget. Ezek az alanyok ellenállóbbá teszik a paradicsomot olyan kórokozókkal

szemben, mint például a *Phytophthora* és a *Pythium* fajok, valamint hozzájárulnak a növény só- és szárazságtűrésének növeléséhez.

- Zsomborlevelű csucor *Solanum sisymbriifolium* alanyt néhány speciális termesztési körülmény között használják, mivel jó ellenállóképességgel rendelkezik a gyökérgubacs-fonálférgekkel és más talajlakó kórokozókkal szemben. Ezzel az alannyal a nemes paradicsom jobb stressztűrő képességet és kártevőkkel szembeni ellenállást ér el, különösen fertőzött talajokban.

Az AR-9704 só-tűrő alanyra oltott paradicsom só-tűrése jelentősen javult azáltal, hogy csökkentette a Na⁺ és Cl⁻ felhalmozódást a hajtásban és optimalizálta a víztranszportot és az ionegyensúlyt. Az oltás növelte a klorofilltartalmat és a fotoszintézis hatékonyságát is, ami hozzájárult a növények élettani teljesítményéhez és alkalmazkodási képességéhez sóstressz alatt.

6. Táblázat: Az oltás hatása a paradicsomra

(Forrás: Saját munka)

Paraméter	Paradicsom	Oltott paradicsom (AR-9704 alany)
Gyökér hidraulikus vezetőképessége (L0)	Magasabb, különösen sókezelés alatt	Csökken, de nem akadályozza a vízszállítást
Apoplasztikus vízmennyiség (sókezelés alatt)	Csökken	Növekszik, kompenzálva a sejtszintű ozmotikus nyomást
Nátrium (Na⁺) koncentráció (xylem)	Kétszer magasabb (sókezelés alatt)	Alacsonyabb, jelentősen korlátozott transzport
Klór (Cl⁻) koncentráció (xylem)	Kétszer magasabb (sókezelés alatt)	Alacsonyabb, jelentősen korlátozott transzport
Klorofill tartalom (összes)	Nem változik	Növekszik, különösen sóstressz alatt
Fotoszintetikus aktivitás	Csökken	Növekszik, jobb fényhasznosítás és hatékonyság
Kálium (K⁺) koncentráció (xylem)	Alacsonyabb	Magasabb, kedvezőbb ionegyensúly
Magnézium (Mg²⁺) koncentráció (xylem)	Alacsonyabb	Magasabb
Kálium/Na⁺ arány	Kedvezőtlen arány (alacsony)	Kedvező arány (magasabb)

4.3 Paprika

Az irodalmi forrás vizsgálata alapján az oltás jelentős hatást gyakorolt a paprika (*Capsicum annuum L.*) növekedésére, termés hozamára, valamint beltartalmi és kvalitatív tulajdonságaira. Ennek összefoglalóját a 7. táblázat tartalmazza. A következőkben részletesen ismertetem az Edo és Lux hibrideken végzett vizsgálatok eredményeit, különös tekintettel a különböző alanyokra oltott növényekre és azok hatására a paprika minőségi paramétereire. Növekedési paraméterek és vegetatív fejlődés alakulása a következőképpen zajlott. Az Edo és Lux fajtákat több különböző alanyra oltották, és az eredmények alapján az oltott növények szignifikáns magasság növekedést mutattak. Az Edo növények 29%-kal, míg a Lux növények 28%-kal voltak magasabbak a kontroll növényekhez képest. Ez a növekedésbeli különbség a robusztusabb gyökérzetű alanyok alkalmazásának köszönhető, amelyek hatékonyabb víz- és tápanyagfelvételt biztosítottak, és ezzel elősegítették a növények vegetatív fejlődését. Ezen túlmenően az alanyokban található endogén növekedési hormonok, például auxinok és gibberellinek magasabb szintje is elősegítette a növények intenzívebb növekedését, amely összességében a termés minőségére és mennyiségére is kedvező hatást gyakorol (Colla et. al., 2008).

Az oltásnak köszönhetően a termés hozam, különösen a piacképes termés mennyisége jelentős növekedést mutatott mind az Edo, mind a Lux fajták esetében. Az Edo fajtánál a legnagyobb hozamot az RX600 alannal kombinálva érték el, ahol az oltott növények 22-46%-kal több piacképes termést produkáltak, mint az oltatlan kontroll növények. A Lux fajtánál az oltott növények átlagosan 25%-kal nagyobb piacképes termést adtak a kontroll növényekhez képest. Érdekes megfigyelés, hogy a hozamnövekedés főként a termésszám növekedéséből származott, míg az egyes gyümölcsök súlya lényegében változatlan maradt. Az oltás tehát hatékonyan növelte a növény produktivitását anélkül, hogy jelentős változást okozott volna az egyes termések méretében (Colla et. al., 2008).

A paprika termésének beltartalmi összetétele, különös tekintettel a szárazanyag-tartalomra (DM), az összes oldható szilárd anyag tartalomra (TSS), a titrálható savtartalomra és a pH-értékre, nem mutatott jelentős eltéréseket az oltott és oltatlan növények között. Az Edo és Lux fajták esetében a szárazanyag-tartalom (DM) értéke 5,6% és 6,2% között változott, ami

megegyezett a nem oltott növények értékeivel. Az összes oldható szilárd anyag (TSS) koncentrációja, amely a termés cukortartalmának indikátora, 7,2 és 7,6 Brix között mozgott. A titrálható savtartalom, amely a gyümölcs savasságát jelzi, 0,08% és 0,09% közötti értékeket mutatott, míg a pH-érték 5,5 és 5,7 között ingadozott. Ezek az értékek arra utalnak, hogy az oltás nem befolyásolta a gyümölcs kémiai összetételét és ízprofilját, ami kedvező a fogyasztói szempontok és az érzékszervi minőség megőrzése érdekében (Colla et. al., 2008).

Az oltás nem befolyásolta lényegesen a termés alakját és piacképes méretét. Az Edo és Lux fajták termés formája, tömege és alak-indexe (a szélesség és hosszúság aránya) stabil maradt az oltás hatására is. Ez a stabilitás a piaci érték szempontjából előnyös, mivel a fogyasztói elvárásoknak és szabványoknak megfelelő, uniformizált termést eredményezett. Ez különösen fontos értékesítési szempontból, hiszen a vizuális és méretbeli követelmények teljesítése alapvető a paprika piacképességének fenntartásában (Colla et. al., 2008).

Az alanyok, különösen a sótűrők, javították a paprika sótoleranciáját és stressz-ellenállását. Az oltott növények jobban képesek voltak tolerálni a magas sótartalmú környezetet, amely hosszú távon javítja a növények termőképességét és élettani teljesítményét a stressztényezőkkel szemben. Az alanyra való oltás következtében a gyökérrendszer hatékonyabban zárta ki a káros sókat, és támogatta a víz- és ion egyensúly fenntartását a növényben. Ez a mechanizmus hozzájárult ahhoz, hogy az oltott paprika magas hozamot tud elérni olyan környezetben is, ahol a nem oltott növények teljesítménye romlana (Colla et. al., 2008).

A paprika fajták oltásához használt alanyok:

- Vad *Capsicum* fajok (*Capsicum baccatum*, *Capsicum pubescens*): Erősebb gyökérzetűek és jobb stressztűrő képességgel rendelkeznek, mint a nemesített fajták. Növelik a növény betegségekkel szembeni ellenálló képességét, különösen a talajlakó kórokozókkal és kártevőkkel szemben.
- *Capsicum annuum* rezisztens fajták: Olyan nemesített fajták, amelyek ellenállóak bizonyos betegségekkel szemben. Az oltás révén a nemes átveszi az alany betegségektűrő képességét, ami növeli a termékbiztonságot és a hozamot.

- *Solanum torvum*: Paprika oltásának esetén kísérleti szinten használt az erős gyökérrendszere miatt. Egyéb esetben általában tojásgyümölcs alanyként használják.

Az Edo és Lux fajták oltása, különösen sótűrő alanyok alkalmazásával, jelentős pozitív hatást gyakorolt a növekedési paraméterekre, a piacképes hozamra és a stressztűrő képességre anélkül, hogy rontotta volna a termés minőségi és táplálkozási tulajdonságait. Az alany kiválasztása kulcsfontosságú a paprika só toleranciájának, valamint agronómiai és piaci teljesítményének fokozásában, különösen üvegházi körülmények között és magas sótartalmú talajokon.

7. Táblázat: Az oltás hatása a paprikára

(Forrás: Saját munka)

Paraméter	Nem oltott paprika	Oltott paprika
Növekedési Paraméterek	Átlagos növekedés, kevesebb vegetatív fejlődés.	28-29%-kal magasabb növények, robusztusabb gyökérzet.
Terméshozam (piacképes gyümölcs)	100% referencia (alap hozam).	22-46%-kal magasabb hozam Edo fajtánál, 25%-kal magasabb Lux fajtánál.
Száranyag-tartalom (DM %)	5,6-6,2%	5,6-6,2% (nem változott).
Cukortartalom (TSS, Brix)	7,2-7,6	7,2-7,6 (nem változott).
Titrálható savtartalom (%)	0,08-0,09	0,08-0,09 (nem változott).
pH-érték	5,5-5,7	5,5-5,7 (nem változott).
Stressztűrés (sótolerancia)	Kevesbé tolerálja a magas sótartalmú környezetet.	Jobban tolerálja, víz- és ionegyensúly is jobb.

4.4 Tojásgyümölcs

Az oltott padlizsán (*Solanum melongena* L.) növekedését, termésmennyiségét, valamint beltartalmi és minőségi paramétereit részletesen elemezték különböző alanyokkal, kiemelten a *Solanum torvum* gyökérállomány gyakorolt hatását vizsgálva.

Az oltott padlizsán fejlődése lassabb ütemet mutatott a nem oltott növényekhez képest, különösen a növénymagasság és a levélszám tekintetében. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a *Solanum torvum* gyökérzethez való csatlakozás kisebb növekedési energiát eredményezett az élettani szinkronizáció

nehézségei miatt. A Black Moon és Longo fajták esetében a nemes és az alany közötti növekedési szinkronizáció még kevésbé bizonyult megfelelőnek, ami csökkentette a vegetatív teljesítményt. Ugyanakkor a klorofilltartalom mindkét csoport esetében stabilan magas maradt, ami arra utal, hogy az alany használata a fotoszintetikus kapacitást nem rontotta, és így a fotoszintézis által biztosított energiaháztartás nem szenvedett jelentős hátrányt (Moncada et.al., 2012). Az oltás befolyásolta a padlizsánok terméshozamát és piacképes termésarányát, bár ez nagyban függött a fajtától. A Black Moon és Longo fajták esetében az oltás nem mutatott jelentős hatást a terméshozamra, míg a Birgah és Black Bell fajták oltása esetén jelentősebb csökkenést figyeltek meg. Ennek oka az oltott növényeknél megnövekedett nem piacképes termékek arányában keresendő, amely a termékek torzulását és egyéb minőségi problémákat eredményezett. Ezen kívül a *Solanum torvum* gyökérszet robusztussága, amely egyes esetekben előnyként mutatkozott, más fajták esetében kevésbé volt kompatibilis, így nem minden esetben segítette elő a termékek méretbeli egységességét és piacképességét (Moncada et.al., 2012).

Az oltás hatására a termés szárazanyag-tartalma és átlagos tömege növekedett, ugyanakkor színintenzitásuk és élénkségük csökkent. A *Solanum torvum* alanyra oltott padlizsánok általában nagyobb méretű terméseket eredményeztek, de ezek sötétebb és kevésbé élénk színekben pompáztak, különösen a Birgah fajtánál, ahol a színmélység jelentősen megváltozott az oltatlan növényekhez képest. A színváltozás a termés héjának sötétedésében és a színtelítettség csökkenésében volt megfigyelhető, amely hátrányosan hathat a vizuális megjelenésre, amely a piacképesség szempontjából fontos tényező. Ezen kívül a terméshús világossága nem mutatott jelentős különbséget az oltott és oltatlan növények között, bár az egyes fajták között megmaradtak a szignifikáns különbségek a színvilág és fényesség tekintetében (Moncada et.al., 2012).

A terméshús oxidációs hajlama nem változott jelentősen az oltás következtében, azonban fajták közötti eltérések megfigyelhetők voltak. A Birgah fajta termései alacsonyabb oxidációs potenciállal rendelkeztek a friss vágást követő első 30 percben, míg a Black Bell és Black Moon fajták gyorsabban oxidálódtak, ami hosszú távú tárolás során minőségi problémákhoz vezethet. Az összes fenolos vegyület tartalom (TPC) az oltatlan növényeknél szignifikánsan magasabb volt, ami azt jelzi, hogy az oltás enyhén

csökkentette a fenolos vegyületek koncentrációját a termésben, különösen a Black Moon fajtánál, amely kétszer annyi fenolos vegyületet tartalmaz, mint a Longo fajta. Az antocián-tartalom és a DPPH szabadgyök-megkötési aktivitás változatlan maradt az oltás következtében, ami arra utal, hogy a termés antioxidáns kapacitása az oltás ellenére is stabil maradt. Az antioxidánsok ezen stabilitása kedvezően befolyásolja a termés táplálkozási értékét, megőrizve annak élettani előnyeit, függetlenül az alanytól (Moncada et.al., 2012).

A tojásgyümölcs oltásához használt alanyok

- *Solanum torvum* (Vadpadlizsán): Erős gyökérszerű, kiváló ellenálló képességgel rendelkezik talaj eredetű betegségekkel, például a fuzáriumos hervadással szemben. Javítja a nemes növekedését és terméshozamát, valamint növeli a növény stressztűrő képességét.
- *Solanum integrifolium* (Törpe Paradicsom): Kompakt növekedésű, jó gyökérszerű alany, amely kompatibilis a padlizsánnal. Növeli a növény betegségekkel szembeni ellenálló képességét és javítja a terméshozamot.
- *Solanum melongena* vad típusai: Jellemzők: A padlizsán vad típusai erősebb gyökérszerűvel és jobb stressztűrő képességgel rendelkeznek. Növelik a nemes rész betegségekkel szembeni ellenálló képességét és javítják a terméshozamot.

8. Táblázat: Az oltás hatása a tojásgyümölcsre

(Forrás: Saját munka)

Paraméter	Tojásgyümölcs	Oltott tojásgyümölcs
Növekedési Paraméterek	Stabil növekedés, de kevésbé robusztus gyökérszerű.	Lassabb növekedés, erősebb gyökérszerű.
Terméshozam	100% referencia (alap hozam).	10-15%-kal magasabb hozam bizonyos fajtáknál.
Száranyag-tartalom (DM %)	10-12%	10-12% (nem változott).
Színintenzitás	Élénkebb színek.	Kevésbé élénk színek.
Fenolos vegyületek tartalma	Magasabb fenolos vegyületek koncentráció.	Enyhén alacsonyabb fenolos vegyületek tartalom.
Stressztűrés (biotikus stressz)	Kevésbé ellenálló biotikus stresszrel szemben.	Jobb biotikus stressztolerancia.

4.5 Dinnye

Az oltott dinnye (*Cucumis melo* L.) minőségi, mennyiségi és beltartalmi jellemzői jelentős változásokat mutattak a *Solanum torvum* alany használata során. Az alábbi részletes összefoglalás a felhasznált irodalmi források által leírt kísérletek eredményeire támaszkodik, különös figyelemmel az oltás hatásaira a termésminőségre, hozamra és tápanyagtartalomra, ezt pedig a 9. táblázat szemlélteti.

Terméshozam és piacképes gyümölcsmennyiség: Az oltott dinnye hozama, valamint a piacképes gyümölcsmennyiség növekedést mutatott az oltatlan növényekhez képest, különösen sóterhelt környezetben. Az eredmények alapján az oltott növények 44%-kal nagyobb piacképes termést produkáltak, mint az oltatlanok, amely a gyümölcstömeg és a gyümölcsszám növekedésének köszönhető. Az EC (elektromos vezetőképesség) szint növekedésével a sóstressz miatt a piacképes hozam mindkét évben lineárisan csökkent mind az oltott, mind az oltatlan növényeknél. Azonban az oltás hozzájárult a hozamvesztés mérsékléséhez azáltal, hogy növelte a gyümölcshozamot még magasabb sókoncentrációk mellett is (Cardarelli et. al., 2006).

A sóterhelt környezet mind az oltott, mind az oltatlan növényeknél fokozta a gyümölcs szilárdságát, szárazanyag-tartalmát (DM), valamint a titrálható savtartalmat és az összes oldható szárazanyag-tartalmat (TSS), míg a gyümölcslé pH-értéke csökkent. Az oltott dinnyék gyümölcsének DM-, TSS- és savtartalma alacsonyabb volt az oltatlanokhoz képest, míg a gyümölcs szilárdsága és színparaméterei (fényesség, szín aránya) magasabbak voltak, ami kedvezőbb megjelenést és jobb tárolási stabilitást eredményezett. Az elektromos vezetőképesség szint növekedése a gyümölcs szárazanyag- és cukortartalmának emelkedéséhez vezetett, mivel a növények ozmotikus szabályozási mechanizmusai több cukrot szintetizáltak a vízvesztés ellensúlyozására (Cardarelli et. al., 2006).

Az oltott gyümölcsök vastagabb héjat és vékonyabb gyümölcshúst produkáltak az EC szint növekedésével. Az oltás előnyei főként a gyümölcs alakja és színének javításában mutatkoztak meg, mivel növelte a gyümölcs fényességét és színarányát, ami a gyümölcsök piacképessége szempontjából előnyös (Cardarelli et. al., 2006).

A növekvő sókoncentrációk mellett az oltott növények hatékonyabb nátrium-exklúziót valósítottak meg a levelekben, míg a kloridion (Cl⁻) felhalmozódását nem sikerült megakadályozni. Az oltott növények leveleiben, szárában és gyümölcseiben kevesebb nátrium halmozódott fel az oltatlanokhoz képest, míg a gyökérben történő nátriumtartalom megőrzésével sikerült mérsékelniük a növény teljes ionháztartását. A kálium (K) koncentrációja csökkent a levelekben és a szárban a növekvő EC mellett, de a gyümölcsökben stabilan magas maradt, ami kulcsfontosságú a gyümölcs minőségének fenntartásában. A sóterhelés során az oltott növények kevesebb nátriumot halmoztak fel leveleikben, ami segítette a sótolerancia javulását és a kálium preferenciális megőrzését a növényi szövetekben (Cardarelli et. al., 2006).

Dinnye megfelelő alanyai:

- *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* hibridek: Ezek a hibridek kiváló stressz toleranciával rendelkeznek, különösen szárazságtűrők, és jó tápanyagfelvevő képességük van, ami előnyös gyenge talajadottságok esetén. Ezen alanyok alkalmazása növeli a növény betegségekkel szembeni ellenálló képességét, különösen a talaj eredetű kórokozókkal, például a fuzáriumos hervadással szemben (Rijk Zwaan 2024).
- *Lagenaria siceraria* (lopótök): Az egyik legrégebben alkalmazott alany a dinnye oltásához. Kiváló víz- és tápanyagfelvevő képességgel rendelkezik, így növeli a dinnye növekedési erélyét és terméshozamát. Betegségtoleranciája is kiemelkedő, különösen talaj eredetű betegségekkel, mint például a verticillium és a fuzáriumos hervadás ellen (Rijk Zwaan 2024).
- *Cucurbita ficifolia* (fügelevelű tök): A fügelevelű tök különösen előnyös alany a hűvösebb időszakokban, például téli termesztés esetén, mivel jobban alkalmazkodik az alacsonyabb hőmérsékletekhez. Az alany víz- és tápanyagfelvételi hatékonysága közepes, de hőstresszes körülmények között kevésbé ajánlott, mivel a magas hőmérsékletet nehezen tolerálja (Rijk Zwaan, 2024).
- *Benincasa hispida* (viasztök): A viasztök alanyok jól alkalmazkodnak a száraz és forró termesztési körülményekhez. Kiváló sótoleranciával rendelkeznek, és megfelelő választás lehet olyan területeken, ahol a talajban magas a sókoncentráció. Vírusrezisztenciája miatt is előnyös,

mivel számos, a dinnye termesztésében jelentős vírussal szemben ellenálló (Rijk Zwaan 2024).

Az oltás jelentős pozitív hatással volt a dinnye sötétítésére és piacképes hozamára, különösen a *Solanum torvum* alany használatával, amely erőteljes gyökérzetet biztosított a növények számára. Az eredmények agraftolás oltás javította a gyümölcsök fizikai tulajdonságait, különösen a szilárdságot és a színparamétereket, ami kedvező a szállítás és tárolás során. Az EC-szint növekedése ugyanakkor javította a gyümölcs ízét és táplálkozási értékét a TSS és savtartalom növelésével, míg az oltás megőrizte a K koncentrációját a növény szöveteiben, ami hozzájárult a tápanyag-egyensúly fenntartásához (Balázs, 2013; Németh, 2023).

9. Táblázat: Az oltás hatása a dinnyére

(Forrás: Saját munka)

Paraméter	Dinnye	Oltott dinnye
Növekedési Paraméterek	Átlagos növekedés, kevésbé robusztus gyökérzet.	Erőteljesebb növekedés, robusztus gyökérzet.
Terméshozam (piacképes gyümölcs)	100% referencia (alap hozam).	44%-kal magasabb piacképes hozam.
Szárazanyag-tartalom (DM %)	10-12%	10-12% (nem változott).
Cukortartalom (TSS, Brix)	11-12	11-13 (enyhén magasabb).

4.6 Tökök

A keserűdinnye vagy más néven balzsamkörte (*Momordica charantia*) oltása különböző alanyokra, például luffára (*Luffa spp.*), fügelevelű tökre (*Cucurbita ficifolia*), valamint tök alanyokra történik. Ezek az alanyok különféle termesztési körülmények között biztosítanak előnyöket, mint például a fuzáriumos hervadás elleni védekezés és a kedvezőtlen hőmérsékleti körülményekhez való alkalmazkodás (Davis et. al., 2008).

A luffa alany használata előnyös a nyári termesztési időszakban, mivel ellenáll a fuzáriumos hervadásnak, továbbá jól tolerálja a hőt és az elárasztásos körülményeket. Ezzel szemben a fügelevelű tököt és a tökalanyokat alacsonyabb hőmérsékletű környezetben alkalmazzák, például téli termesztés során. A fügelevelű tök azonban kevésbé tűri a hőstresszt, ezért

ezek az oltványok gyakran mutatnak korai rothadást magas hőmérséklet mellett (Davis et. al., 2008).

A két alany együttes használatával, azaz a fügelevelű tök és luffa kombinációjával az adaptációs képességet is növelik. Ennek során a fügelevelű tök gyökérzete a növekedés korai szakaszában támasztja alá a nemest, majd a hőmérséklet emelkedésével a luffa gyökérzete biztosítja a további fejlődést és ellenállóságot. Ez a megközelítés különösen előnyös lehet a keserűdinnye termesztésében, mivel növeli a növény betegségekkel szembeni ellenállóságát és a kedvezőtlen környezeti feltételekhez való alkalmazkodóképességét, így nagyobb és stabilabb termést biztosít (Davis et. al., 2008).

A felhasznált irodalmi forrás kísérlete alapján az oltás javította a nyári tök sótűrését és tápanyag-felvételi hatékonyságát, amely különösen fontos volt száraz és tápanyagszegény talajokon. Az oltott növények stabilabb növekedést mutattak, és a hozamuk is nagyobb volt az oltatlan növényekhez képest. Az alanyként használt *Cucurbita moschata* például javította a gyökérrendszer fejlődését és a növény tápanyagfelvételét, ezzel hozzájárulva a nyári tök nagyobb terméshez és jobb minőségéhez (Davis et. al., 2008). Ezek összefoglalója a 10. táblázatban látható.

A kígyótök oltása során a növények betegségekkel szembeni ellenálló képessége jelentősen javult, különösen a talajeredetű kórokozók, például a fuzáriumos hervadással szemben. Az oltott kígyótök növények jobb termés minőségét és magasabb hozamot értek el. A megfelelő alany kiválasztása csökkentette a növény sófelvételét, javította a vízháztartást, és növelte a tápanyagfelvétel hatékonyságát, különösen a kálium és a kalcium esetében, ami a gyümölcsök jobb minőségét eredményezte (Davis et. al., 2008).

Tökfélék oltásához használt alanyok:

- *Cucurbita moschata* (pézsmatök): Erős gyökérzetű, kiváló stressztűrő képességgel rendelkezik, különösen szárazság és magas hőmérséklet esetén. Jelentős ellenállást mutat talajeredetű kórokozók, például a fuzáriumos hervadással szemben, valamint javítja a nemes rész tápanyag- és vízfelvételét.
- *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* hibridek: A két faj előnyös tulajdonságait egyesítik, erős gyökérzetet és kiváló betegségtoleranciát biztosítanak. Növelik a növények sótűrését és tápanyag-felvételi

hatékonyságát, ami különösen fontos száraz és tápanyagszegény talajokon.

- *Lagenaria siceraria* (lopótök): Hosszú gyökérzetű, jó víz- és tápanyagfelvételi képességgel rendelkezik. Kiváló ellenállást mutat talajeredetű betegségekkel szemben, és javítja a nemes rész növekedését és terméshozamát.

10. Táblázat: Az oltás hatása a tökökre

(Forrás: Saját munka)

Paraméter	Tök	Oltott tök
Növekedési Paraméterek	Átlagos növekedés, kisebb vegetatív erő.	Erőteljesebb növekedés, robusztus gyökérzet.
Terméshozam	100% referencia (alap hozam).	10-30%-kal magasabb hozam.
Szárazanyag-tartalom (DM %)	6-8%	6-8%
Cukortartalom (TSS, Brix)	8-9	9-10
Titrálható savtartalom (%)	0,1-0,15	0,1-0,15
Stressztűrés (sótolerancia)	Kevésbé tolerálja a sót és szárazságot.	Jobb só- és szárazságtűrés.

5. Következtetések

A múlt tapasztalatai azt mutatják, hogy az oltás technológiája a zöldségtermesztés egyik legfontosabb innovációja lett, amely a jelenben már számos régióban nélkülözhetetlen technológiai elem. A jövőben az oltás szerepe tovább növekedhet, különösen a fenntarthatósági szempontok és a klímaváltozással összefüggő kihívások kezelése érdekében. Az oltás nemcsak a gazdasági előnyök, hanem az ökológiai fenntarthatóság szempontjából is meghatározóvá válhat a globális mezőgazdaságban. Az oltás kezdetben egy szűk körben alkalmazott innováció volt, amely elsősorban Ázsiában és a Mediterráneumban terjedt el a talajból származó betegségek elleni védekezés céljából. A technológia európai meghonosodását a talajfertőtlenítő szerek (pl. metil-bromid) betiltása indította el az 1990-es években. A múltban az oltás elsősorban kis területeken, magas hozzáadott értékű növények esetében kapott szerepet, mint például a görögdinnye vagy paradicsom hajtásban.

Az oltás kezdeti magas költsége és technológiai komplexitása gátolta annak széleskörű elterjedését. A kézi oltás és a nem megfelelő alany-nemes kombinációk problémái gyakoriak voltak, ami csökkentette a hatékonyságot. A technológia előnyeinek felismerése (betegség-ellenállóság, hozamfokozás, stressztűrés) megalapozta az oltás szélesebb körű alkalmazását. A nemesítési és oltási technikák fejlesztése lehetővé tette a fajspecifikus és szélesebb körben alkalmazható oltási gyakorlatokat. Az oltás ma már alapvető technológiának számít számos növényfaj esetében, különösen a görögdinnye, paradicsom és uborka termesztésében. Az oltás a fenntartható mezőgazdasági gyakorlat részévé vált, mivel csökkenti a vegyszerhasználatot és lehetővé teszi a monokultúrás termesztést. Automatizált oltási rendszerek és új oltási technikák csökkentették az előállítási költségeket, növelve az oltott növények hozzáférhetőségét. Az alanyok és nemesek tudományos alapú kiválasztása tovább növelte az oltott növények terméshozamát és termésbiztonságát. A Távol-Keleten (Japán, Korea) és a Mediterráneumban (Spanyolország, Görögország) az oltott növények aránya közel 100%-os bizonyos fajok esetében, míg más régiókban (pl. Észak-Európa) még mindig limitált a technológia alkalmazása. Az ökológiai gazdálkodásban is egyre nagyobb teret nyer az oltás, mivel csökkenti a kémiai kezelések szükségességét.

Az oltás várhatóan integrálódik más fenntartható technológiákkal, például a precíziós mezőgazdasággal, biostimulátorokkal és talaj nélküli termesztési rendszerekkel. Új automatizált megoldások, például robotizált oltógépek, tovább növelik az oltás gazdaságosságát és hatékonyságát. A fejlődő országok zöldségtermesztésében is nőhet az oltás jelentősége, különösen a klímaváltozás okozta talajproblémák és stresszfaktorok miatt. Az oltás adaptációja a regionális termesztési körülményekhez (pl. alanyok fejlesztése só- és szárazságtűrő képességre) kulcsfontosságú lesz. Az oltás szerepe az ökológiai és fenntartható mezőgazdaságban tovább erősödhet, mivel megfelel a vegyszermentes termesztés követelményeinek. A globális mezőgazdasági szabályozások szigorodása (pl. növényvédőszer-tilalmak) tovább növelheti az oltott növények keresletét. Az oltott növények iránti kereslet a termésminőség és -biztonság iránti igény növekedésével párhuzamosan tovább nőhet, különösen a prémium minőségű friss piaci termékek (pl. hajatott paradicsom, dinnye) esetében. Az oltási technológia szélesebb körű elterjedése mellett továbbra is fennállnak a kompatibilitási problémák az alanyok és nemesek között, valamint a termésminőségre gyakorolt esetleges negatív hatások kockázata. A technológia költségcsökkentése és az egyszerűbb oltási módszerek fejlesztése kiemelt fontosságú marad.

6. Összefoglalás

Az oltás technológiája a modern zöldségtermesztés egyik legfontosabb innovációja, amely lehetőséget nyújt a növények ellenállóképességének növelésére, a terméshozam fokozására és a fenntarthatóság elősegítésére. A szakdolgozat részletesen bemutatja ennek a technológiának a történeti hátterét, jelenlegi helyzetét és jövőbeni kilátásait. Magyarországon és nemzetközi szinten is egyre nagyobb figyelem övezi az oltott növények alkalmazását, különösen a paradicsom, paprika, uborka és görögdinnye termesztésében. Az oltott növények használata sokoldalú előnyöket nyújt, amelyek nemcsak a gazdaságosabb termeléshez, hanem a mezőgazdaság fenntarthatóbbá tételéhez is hozzájárulnak. Az oltás technológiája lehetővé teszi a növények számára, hogy ellenálljanak a talajból származó kórokozóknak és kártevőknek, valamint a szélsőséges időjárási körülmények, például szárazság vagy sóstressz hatásainak. Az oltás során a növények gyökérrendszere megerősödik, ami javítja a tápanyag- és vízfelvételt, és hozzájárul a jobb növekedési feltételekhez. Az oltott növények termései általában nagyobbak, jobb minőségűek és magasabb tápértékűek, mint a saját gyökerű növényeké. Az oltás által biztosított előnyök különösen fontosak a klímaváltozás által előidézett egyre gyakoribb szélsőséges időjárási körülmények között, mivel ezek a növények hatékonyabban képesek alkalmazkodni a változó környezeti feltételekhez.

A szakdolgozat hangsúlyozza, hogy az oltott növények használata nemcsak a hozam növelésében és a minőség javításában játszik fontos szerepet, hanem jelentős gazdasági előnyöket is kínál. Az oltott növények terméshozama akár 20-30%-kal is meghaladhatja a saját gyökerű növényekét, miközben csökkenti a vegyszeres növényvédelem szükségességét. A technológia alkalmazása hosszú távon költséghatékonyabbá teszi a termesztést, különösen a nagyléptékű, intenzív zöldségtermesztésben.

Az oltás alkalmazása azonban nemcsak gazdasági előnyöket jelent, hanem környezeti szempontból is kedvező hatásokat eredményez. Az oltott növények képesek csökkenteni a talajfertőtlenítők használatát, mivel természetes módon ellenállnak a talajból származó betegségeknek. Ezáltal az oltás hozzájárulhat a talaj egészségének megőrzéséhez és a biodiverzitás fenntartásához. Ezenkívül az oltott növények vízfelhasználása is hatékonyabb, ami különösen fontos a vízhiányos régiókban. A jövő szempontjából az oltási

technológia további fejlesztése kulcsfontosságú. Az automatizált oltási rendszerek, például az oltórobotok, lehetőséget kínálnak a termelékenység növelésére és a munkaerő költségek csökkentésére. Az új alany-nemes kombinációk kutatása pedig lehetővé teszi a még hatékonyabb oltott növények létrehozását, amelyek jobban alkalmazkodnak a változó környezeti és piaci igényekhez. Az oltás technológiájának további terjedése hozzájárulhat a globális élelmezési kihívások megoldásához, különösen a növekvő népesség élelmeszer igényének kielégítése és a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok előmozdítása terén.

Mindezek alapján megállapítható, hogy az oltás egy rendkívül ígéretes technológia, amely lehetőséget nyújt a mezőgazdaság fenntarthatóbbá és ellenállóbbá tételére. Az általa biztosított előnyök révén a zöldségtermesztés gazdasági, környezeti és társadalmi szempontból is jelentős fejlődést érhet el. Az automatizált, számítógépesített oltási technológiák alkalmazása a jövőben kulcsfontosságú eszközzé válhat a modern mezőgazdaságban, különösen a klímaváltozás és a növekvő népesség élelmezési kihívásainak kezelésében.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm témavezetőmnek, Dr. Balázs Gábornak, hogy munkámat útmutatásával irányította, segítette.

Köszönöm Dr. Szabó Annának, hogy a szakdolgozat folyamatos előrehaladását tanácsaival figyelemmel kísérte.

Külön köszönettel tartozom a Zöldség- és Gombatermesztési Tanszéknek azon szakmai ismeret átadásáért, amiért az Egyetemre jelentkeztem és beiratkoztam.

Köszönettel tartozom a forrásként megjelölt irodalmak szerzőinek az elérhető szakmai tudásukért, kutatási eredményeik elérhetőségét.

Végül, de nem utolsó sorban köszönettel tartozom családomnak a tanulmányaim alatti türelméért, megértéséért.

8. Irodalomjegyzék

Szakirodalmak:

1. Allevato, E., Mauro, R. P., Stazi, S. R., Marabottini, R., Leonardi, C., Ierna, A., & Giuffrida, F. (2019). Arsenic accumulation in grafted melon plants: Role of rootstock in modulating root-to-shoot translocation and physiological response. *Agronomy*, 9(12), 828. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120828>
2. Andor D., Jáky A., Mezei G. (1978): Kézbenoltás a gyümölcsfaiskolában. Budapest: Mezőgazdasági kiadó. 7.
3. Angela, R. D., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., López-Galarza, S., Maroto, J. V., & Lee, S.-G. (2008). Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27(1), 50–74. <https://doi.org/10.1080/07352680802053940>
4. Appraisal of salt tolerance under greenhouse conditions of a Cucurbitaceae genetic repository of potential rootstocks and scions, Modarelli, G. C., Roupheal, Y., De Pascale, S., Öztekin, G. B., Tüzel, Y., Orsini, F., & Gianquinto, G. (2020). *Agronomy*, 10(7), 967. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070967>
5. Balázs S. (Szerk.) (2004): Zöldségtermesztők kézikönyve Budapest: Mezőgazdasági kiadó
6. Balázs, G. (2013): Az oltás hatása, szerepe és jelentősége a magyarországi sárga- és görögdinnye termesztésben. Doktori értekezés. Corvinus Egyetem. Budapest.
7. Biswas, D., Haque, S. M., & Ghosh, B. (2023). *Solanum sisymbriifolium Lam.: An underutilised plant with future prospects in nutrition and medicine. Proceedings of the Indian National Science Academy*, 89, 445–469. <https://doi.org/10.1007/s43538-023-00191-9>
8. Bogoescu, M., Doltu, M., Singh, M., & Iordache, B. (2020). Digital robotic system for grafting vegetable seedlings. *Acta Horticulturae*, 1296, 1071–1078. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1296.135>
9. Cardarelli, M., Roupheal, Y., Kyriacou, M. C., Colla, G., & Pane, C. (2020). Augmenting the sustainability of vegetable cropping systems by configuring rootstock-dependent rhizomicrobiomes that support plant protection. *Agronomy*, 10(8), 1185. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081185>
10. Chen, S., Liang, H., Zhang, Q., Feng, Q., Li, T., Chen, L., & Jiang, K. (2023). Melon robotic grafting: A study on the precision cutting mechanism and experimental validation. *Agriculture*, 13, 2139. <https://doi.org/10.3390/agriculture13112139>

11. Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., (2007): Introducing grafted Cucurbits to modern Agriculture: The Israeli Experience. *Plant Disease*, 91, 916-923.
12. Colla, G., Roupshael, Y., Cardarelli, M., Massa, D., Salerno, A., & Rea, E. (2006). Yield, fruit quality and mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 81(1), 146–152. <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512041>
13. Colla, G., Roupshael, Y., Cardarelli, M., Temperini, O., Rea, E., & Pierandrei, F. (2008). Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. *Acta Horticulturae*, 782, 359–366. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.782.52>
14. Cselőtei L. (1997): A zöldségnövények öntözése Budapest: Mezőgazdasági kiadó 70.
15. Csige L. (2005): Görögdinnye alanyok és megválaszmegvál szempontjai. Hajtatás, korai termesztés, 36 (4) 12-13.
16. Davis, A. R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., López-Galarza, S., Maroto, J. V., & Lee, S.-G. (2008). Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27(1), 50–74. <https://doi.org/10.1080/07352680802053940>
17. Edelstein, M. (2004). Grafting vegetable-crop plants: Pros and cons. *Acta Horticulturae*, 659, 235–240.
18. Fernández-García, N., Martínez, V., Cerdá, A., & Carvajal, M. (2002). Water and nutrient uptake of grafted tomato plants grown under saline conditions. *Journal of Plant Physiology*, 159, 899–905. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00868>
19. Glits M., Folk Gy. (2000): Kertészeti növénykórtan. Budapest: Mezőgazdasági kiadó 271-315.
20. Gong, T., Ray, Z. T., Butcher, K. E., Black, Z. E., Zhao, X., & Brecht, J. K. (2020). A novel graft between Pac Choi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) and Daikon Radish (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*). *Agronomy*, 10(10), 1464. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101464>
21. Hornika T. (2010): Kertészeti növények komplett tápanyagellátása. Budapest: Kertészek Kis/Nagy Áruháza Kft.
22. Huang, Y., Bie, Z., Liu, P., Niu, M., Zhen, A., Liu, Z., Lei, B., Gu, D., Lu, Z., & Wang, B. (2013). Reciprocal grafting between cucumber and pumpkin demonstrates the roles of the rootstock in the determination of cucumber salt tolerance and sodium accumulation. *Scientia Horticulturae*, 149, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.04.018>
23. Huang, Y., Kong, Q. S., Chen, F., & Bie, Z. L. (2015). The history, current status, and future prospects of vegetable grafting in China. *Acta Horticulturae*, 1086, 31–40.

24. Jeynes-Cupper, K., & Catoni, M. (2023). Long distance signalling and epigenetic changes in crop grafting. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1121704>
25. Kappel, N. (2011): Tökfélék termesztése. Budapest Mezőgazdasági Kiadó
26. Kubota, C., McClure, M. A., Kokalis-Burelle, N., Bausher, M. G., & Roskopf, E. N. (2014). Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America. *HortScience*, 49(2), 1664–1670.
27. Kyriacou, M. C., Colla, G., & Roupael, Y. (2020). Grafting as a sustainable means for securing yield stability and quality in vegetable crops. *Agronomy*, 10(12), 1945. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121945>
28. Kyriacou, M. C., Soteriou, G. A., & Roupael, Y. (2020). Modulatory effects of interspecific and gourd rootstocks on crop performance, physicochemical quality, bioactive components and postharvest performance of diploid and triploid watermelon scions. *Agronomy*, 10(9), 1396. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091396>
29. Lee, J.-M. (1994). Cultivation of grafted vegetables I: Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience*, 29(4), 235–240.
30. Lee, J.-M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Hoyos Echevarria, P., Morra, L., & Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127, 93–105.
31. Liang, H., Zhu, J., Ge, M., Wang, D., Liu, K., Zhou, M., Sun, Y., Zhang, Q., Jiang, K., & Shi, X. (2023). A comparative analysis of the grafting efficiency of watermelon with a grafting machine. *Horticulturae*, 9, 600. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9050600>
32. Maurya, D., Pandey, A. K., Kumar, V., Dubey, S., & Prakash, V. (2019). Grafting techniques in vegetable crops: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 7(2), 1664–1672.
33. Melnyk, C. W., Feng, M., Augstein, F., & Kareem, A. (2023). Long distance signalling and epigenetic mechanisms in crop grafting. *Molecular Plant*. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.12.006>
34. Mohanta, S., Prasad, B. V. G., Rahaman, S., & Bareilly, P. (2015). Vegetable grafting. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 2(2), 104–108.
35. Moncada, A., Miceli, A., Vetrano, F., Mineo, V., Planeta, D., & D’Anna, F. (2013). Effect of grafting on yield and quality of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Scientia Horticulturae*, 149, 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.06.015>
36. Mudge, K., Janick, J., Scofield, S., & Goldschmidt, E. E. (2009). A history of grafting. In J. Janick (Ed.), *Horticultural Reviews* (Vol. 35, pp. 437–460). John Wiley & Sons, Inc.

37. Nawaz, M. A., Shireen, F., Huang, Y., Zhilong, B., Ahmed, W., & Saleem, B. A. (2017). Perspectives of vegetable grafting in Pakistan: Current status, challenges, and opportunities. *International Journal of Agriculture & Biology*, 19(5), 1165–1174.
38. Németh. Dzs. (2023): Az oltás és tárolás hatása a sárgadinnye (*Cucumis melo* L.) beltartalmi paramétereire. Doktori értekezés. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem. Budapest.
39. Noor, R. S., Wang, Z., Umair, M., Yaseen, M., Ameen, M., Rehman, S.-U., Khan, M. U., Imran, M., Ahmed, W., & Sun, Y. (2019). Interactive effects of grafting techniques and scion–rootstock combinations on vegetative growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Agronomy*, 9(6), 288. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060288>
40. Pardo-Alonso, J.-L., Carreño-Ortega, Á., Martínez-Gaitán, C.-C., & Callejón-Ferre, Á.-J. (2019). Combined influence of cutting angle and diameter differences between seedlings on the grafting success of tomato using the splicing technique. *Agronomy*, 9(1), 5. <https://doi.org/10.3390/agronomy9010005>
41. Pardo-Alonso, J.-L., Carreño-Ortega, Á., Martínez-Gaitán, C.-C., Golasi, I., & Gómez Galán, M. (2019). Conventional industrial robotics applied to the process of tomato grafting using the splicing technique. *Agronomy*, 9(12), 880. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120880>
42. Pease, A. S. (1933). Notes on ancient grafting. *Transactions and Proceedings of the American Philological Association*, 64, 66–76.
43. Piosik, L., Ruta-Piosik, M., & Zenkteler, M. (2019). Development of interspecific hybrids between *Solanum lycopersicum* L. and *S. sisymbriifolium* Lam. via embryo calli. *Euphytica*, 215, 31. <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2358-9>
44. Sabatino, L., Iapichino, G., Consentino, B. B., D’Anna, F., & Roupshael, Y. (2020). Rootstock and arbuscular mycorrhiza combinatorial effects on eggplant crop performance and fruit quality under greenhouse conditions. *Agronomy*, 10(5), 693. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050693>
45. Sabatino, L., Iapichino, G., Rotino, G. L., Palazzolo, E., Mennella, G., & D’Anna, F. (2019). *Solanum aethiopicum* gr. *gilo* and its interspecific hybrid with *S. melongena* as alternative rootstocks for eggplant: Effects on vigor, yield, and fruit physicochemical properties of cultivar 'Scarlatti'. *Agronomy*, 9(5), 223. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050223>
46. Sakata, Y., Ohara, T., & Sugiyama, M. (2007). The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. *Acta Horticulturae*, 731, 159–170.
48. Singh, H., Kumar, P., Kumar, A., Kyriacou, M. C., Colla, G., & Roupshael, Y. (2020). Grafting tomato as a tool to improve salt tolerance. *Agronomy*, 10(2), 263. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020263>

49. Singh, H., & Soltan, M. (2016). Vegetable grafting – A tool to improve vegetable productivity. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 4(4), 302–303.
50. Urlić, B., Runjić, M., Mandušić, M., Žanić, K., Vuletin Selak, G., Matešković, A., & Dumičić, G. (2020). Partial root-zone drying and deficit irrigation effect on growth, yield, water use and quality of greenhouse-grown grafted tomato. *Agronomy*, 10(9), 1297. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091297>
51. Wei, H., Zhao, J., Hu, J., & Jeong, B. R. (2019). Effect of supplementary light intensity on quality of grafted tomato seedlings and expression of two photosynthetic genes and proteins. *Agronomy*, 9(6), 339. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060339>
52. Yan, G., Feng, M., Lin, W., Huang, Y., Tong, R., & Cheng, Y. (2022). Review and prospect for vegetable grafting robot and relevant key technologies. *Agriculture*, 12, 1578. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101578>
53. Zhang, G., & Guo, H. (2018). Effects of tomato and potato heterografting on photosynthesis, quality, and yield of grafted parents. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59(4), 473–481. <https://doi.org/10.1007/s13580-018-0096-x>

Internetes hivatkozások:

54. Agrokép. (n.d.). *Nagy lehetőséget lát az agrárkormányzat a hajtatásos zöldségtermesztésben. Letöltés dátuma: 2024. 10. 05. Forrás: <https://agrokep.vg.hu/gazdalkodas/kerteszet/nagy-lehetoseget-lat-az-agrarkormanyzat-a-hajtatatos-zoldsegtermesztesben-28267/>*
55. Ezermester. (2022). *Oltott zöldségpalánták 2022. Letöltés dátuma: 2024. 10. Forrás: 05. https://ezermester.hu/cikk-9669/Oltott_zoldsegpalantak*
56. FruitVeB. (2020). *A 2020. évi magyarországi zöldségtermesztés értékelése. Letöltés dátuma: 2024. 10. 05. Forrás: <https://fruitveb.hu/a-2020-evi-magyarorszagi-zoldsegtermesztes-ertekelese/>*
57. FruitVeB. (2022). *Ágazati összefoglaló 2022. Letöltés dátuma: 2024. 10. 06. Forrás: <https://share.google/8irIjRARPvA1b7kEy>*
58. HaszonAgrár. (n.d.). *Nyers öszintesség: mérlegen a zöldség- és gyümölcstermesztés. Letöltés dátuma: 2024. 10. 06. Forrás: <https://haszon.hu/haszonagrar/novenytermesztes/merlegen-a-zoldseg-es-gyumolcstermesztes>*
59. Kappel, N. (2019, január 1). *Agrofórum, Oltott növények alkalmazása a zöldségtermesztésben. Letöltés dátuma: 2024. 10. 11. Forrás: <https://agroforum.hu/lapszam-cikk/oltott-novenyek-alkalmazasa-a-zoldsegtermesztesben/>*

60. Magyarmezőgazdaság.hu. (2021, november 30). *Saját gyökéren vagy oltva.*

Letöltés dátuma: 2024. 10. 11. Forrás:

<https://magyarmezogazdasag.hu/2021/11/30/sajat-gyokeren-vagy-oltva/>

61. Nagy, Z. R. (2024, április 8). Agrárszektor, *Új őrlület hódít: egyre többen ültetnek ilyen zöldségeket Magyarországon is.* *Letöltés dátuma: 2024. 10. 11.*

Forrás:

<https://www.agrarszektor.hu/kiskert/20240408/uj-orulet-hodit-egyre-tobben-ult-etnek-ilyen-zoldsegeket-magyarorszagon-is-48165>

62. Zöldség Gyümölcs ágazati jelentés 2013–2022. (n.d.). FruitVeB Bulletin.

Letöltés dátuma: 2024. 10. 12. Forrás:

<https://fruitveb.hu/megjelent-a-fruitveb-nak-bulletin-2013-2022-agazati-jelentes/>

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat

A hallgató neve: Kondor Nikolett
A Hallgató Neptun kódja: JJ4E83
A dolgozat címe: Az oltás múltja, jelene és várható jövője zöldségtermesztésben
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Kertészettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

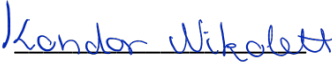
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: 2025. év 11. hó 10. nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

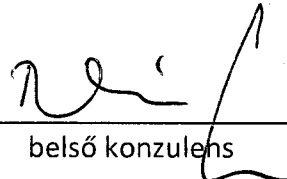
NYILATKOZAT

Kondor Nikolett (Neptun azonosítója: JJ4E83) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

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

Kelt: Budapest, 2025. november 03.


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgotípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Kondor Nikolett
Neptun-kódja:	JJ4E83
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	X BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat
A munka címe:	Az oltás múltja, jelene és várható jövője a zöldségtermesztésben

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Fordítás	ChatGPT 5.	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka **mellékletében való csatolása szükséges.**)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet

	verziója, elérhetősége		bejegyzésének sorszám

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

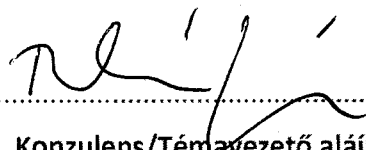
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt:Budapest....., 2025. 10. hó 27. nap

.....
Kondor Viktória

Hallgató aláírása

.....


Konzulens/Témavezető aláírása