



Ledóné Dr. Darázi Hajnalka
Főiskolai docens

Nemesítés és fajtahasználat

Zöldségfajták nemesítése A paradicsom

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Olvasási idő 45 perc

Összefoglalás

A paradicsom termesztése a felhasználás szerint, friss fogyasztás és ipari feldolgozás, igen különböző fajtatípusokat igényel. Azonos igény mutatkozik a fajták kiemelkedő termőképességére, a magas minőségre és a minél szélesebb ellenálló képességre. A paradicsom nemesítés módszerei között a hagyományos mellett széleskörű molekuláris nemesítési módszereket is alkalmaznak.

Tartalom

A paradicsom nemesítése

A paradicsom rendszertana

A paradicsom öröklődése

*A paradicsomnemesítés célja,
módszere*

*Paradicsom fajtatípusok a
hazai termesztésben.*

A PARADICSOM NEMESÍTÉSE

A paradicsom rendszertana

A paradicsom a **Solanaceae családba tartozik**, a faj tudományos neve *Solanum lycopersicum* L., szinonímái: *Lycopersicon lycopersicum* (L) H.Karst., korábban a *Lycopersicon esculentum* Mill.faj nevet használták. A paradicsom szubtrópusi eredetű. A vad fajok Dél-Amerikában az Andok-hegységben őshonosok: a mai Chile, Kolumbia, Equador és Peru területén fordulnak elő. A termesztett paradicsom feltehetőleg a vad cseresznyeparadicsomból (*L. esculentum* var. *cerasiforme*) alakult ki. A 16. század elején spanyol hódítók révén került Európába. Kezdetben dísznövényként tartották és termését mérgezőnek vélték. A 18. század közepén terjedt el széles körben Nyugat- és Észak-Európában. A 17-18. században európaiak közvetítésével jutott el Kínába, Japánba és az Amerikai Egyesült Államokba, ahol a 19. századtól látványosan fellendült a paradicsom fogyasztása.

A Földközi-tenger partvidéke olyan kiemelt régió, ahol talán a legnagyobb a paradicsomtájfajták változatossága, amely így tekinthető egyfajta második, mesterségesen kialakított géncentrumnak is. A hagyományos tájfajták, mint a *Marmande*, a *San Marzano* vagy az *Ökörszív (Oxheart)* típusok számos helyen széleskörű elismerést kapnak.

A **Lycopersicon nemzetség fajai** a *Lycopersicon esculentum*, a *L. pimpinellifolium*, a *L. cheesmaniae*, a *L. pennellii*, a *L. hirsutum*, a *L. chmielewskii* és a *L. parviflorum* a termesztésbe vont paradicsommal hibridizálhatóak és jelentős ellenálló képesség potenciált rejtnek magukban. Ez a lehetőség biotikus és abiotikus stressztűrés tekintetében, valamint egyéb, termesztők vagy fogyasztók számára kívánatos jellegek kapcsán lehetnek lényegesek.

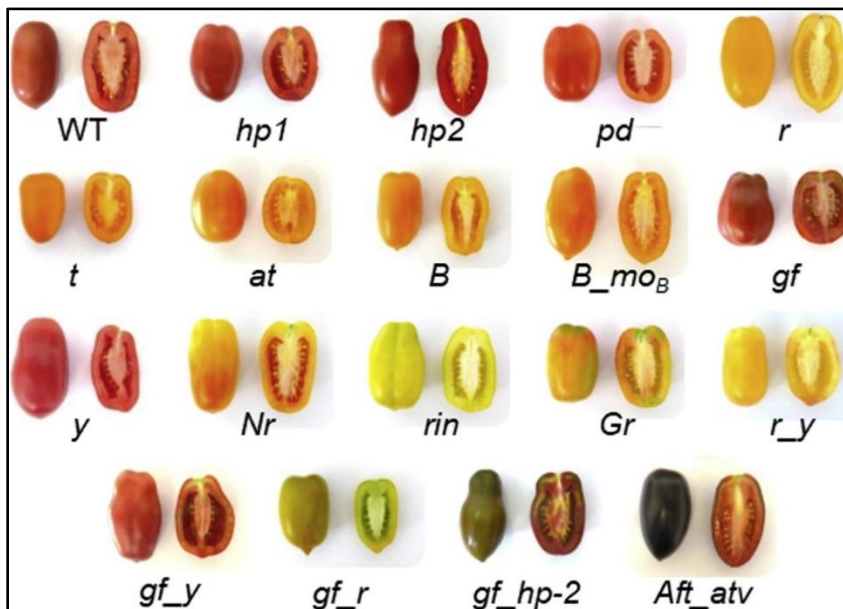
A paradicsom örökléstana

A paradicsom **kromoszóma száma $2n=24$** . A molekuláris genetikai kutatások feltárták a kromoszómák kapcsoltsági csoportjait, a **géntérképezés** a paradicsom esetében már teljes. A termesztési jelentőséggel rendelkező fontosabb gén szimbólumok és kromoszóma elhelyezkedésük az első táblázatban látható.

Kategória	Génszimbólum	Hatás	Kromoszóma
Betegség ellenállóság	<i>Ve</i>	rezisztencia - <i>Verticillium</i>	9
	<i>I</i>	immunitás – <i>Fusarium O</i> rász	7
	<i>Mi</i>	rezisztencia – fonálféreg fajok	6
	<i>Tm</i>	rezisztencia- tobamovírusok	2
	<i>Sm</i>	rezisztencia – <i>Stemphylium solani</i>	11
	<i>Ph</i>	rezisztencia – <i>Phytophthora infestans</i>	7
	<i>Pto</i>	rezisztencia – <i>Pseudomonas syringae</i>	5
	<i>Cf-1</i>	rezisztencia – <i>Cladosporium fulvum</i>	1
	<i>Ty-1</i>	tolerancia- paradicsom sárga levél gödörödés vírus(TYLC)	6
	<i>Sw-5</i>	rezisztencia - TSWV	9
Növény típus	<i>sp</i>	determinált	6
Termés ízesülés	<i>j-2</i>	kocsány ízesülés hiánya	12
Termés érés	<i>rin</i>	késleltetett érés, növeli a pulton tarthatóságot	5
	<i>nor</i>	késleltetett érés, növeli a pulton tarthatóságot	10

Termés szín	<i>Aft</i>	a termés lilul, a flavonoidok termelése nő	10
	<i>y</i>	a színtelen termés epidermisz rózsaszín termésszín ad	1
Termés cukortartalom	<i>Lin5</i>	magasabb cukortartalom	9
	<i>AgpL1</i>	magasabb cukortartalom	1
	<i>Fgr</i>	a fruktóz/ glükóz arány növekszik	4
Sterilitás	<i>ms-17</i>	az egyik hímsteril gén a 37 lokusból	2
Termés tömeg és méret	<i>FW2.2</i>	termés méret	2
Termés alak	<i>o</i>	Ovális, körte termésforma	2
	<i>SUN</i>	hosszúkas termésforma	7
Partenokarpia	<i>pat</i>	a termés csaknem magnélküli	3

1. táblázat Egyszerűen öröklődő, gazdasági jelentőségű paradicsom tulajdonságok gén jele (Liedl, et al.,2013)



1. ábra A paradicsom termésszínét meghatározó gének szemléltetése [1]

A bogyó színe **karotinoidtartalmától** függ. A színeképződés szempontjából két legfontosabb karotinoid a **likopin** és a **β-karotin**. Az előbbi a paradicsombogyó piros színéért, az utóbbi pedig a narancssárga színéért felel. Bioszintézisük genetikailag szabályozott, számos mutáns fajtával találkozhatunk (1. ábra).

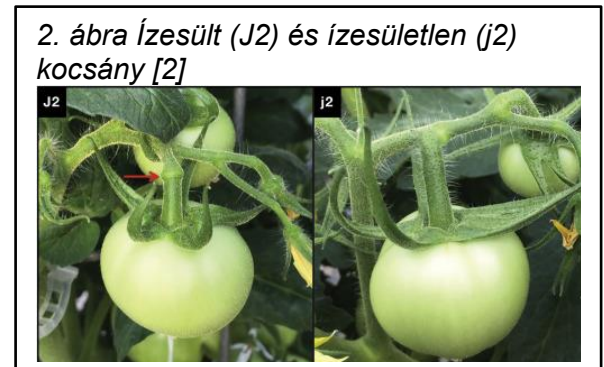
- **r** mutáns érett bogyóinak húsa sárga színű, mivel a likopin szintézise teljes mértékben gátolt.
- **hp** génnel rendelkező fajtáknak magasabb a karotinoidtartalma, ezáltal a színük is pirosabb.
- **dg** gén hatására az éretlen bogyó sötétzöld színű lesz, ami a nagyobb

klorofilltartalom eredménye. Ez pedig kedvezően hat az érett bogyó színére, hiszen a klorofill lebomlásával képződnek a karotinoidok. A dg mutánsok 100%-kal több likopint és akár 250%-kal több β - karotint tartalmaznak a hagyományos fajtákhoz képest

- Béta **B** gén hatására megemelkedik a β - karotin szintje a likopin rovására, a bogyó pedig narancsszínű lesz.

- a karmazsin, **ogc** gén, mely a likopintartalmat növeli, míg a β - karotin szintjét csökkenti. A nemesítők elsősorban a hp és az og c gént használják a bogyó piros színének fokozására.

A termés **kocsány fürt kocsányhoz ízesülését** a 'j-1 és j-2' gén határozza meg. A normál változatban (j^+) a termés kocsány nóduszt képez, ahol leválasztható a fürt kocsányról. A bogyósan szedett, nagy bogyójú fajtákra jellemző. Az ízesülés nélküli bogyó rögzítéssel lehetővé vált a fürtösen szedhető fajtátípusok nemesítése (2. ábra).



A paradicsom nemesítése

A paradicsomfajtákkal szemben mások a **termelői és a felhasználói oldal elvárásai**. A termelők mindenképp a **termésbiztonságra** törekednek, azaz olyan fajtákat választanak, melyek kiváló termőképességűek és számos betegséggel szemben ellenállóak. Felhasználói oldalon a **friss fogyasztást és a konzervipari feldolgozást** lehet elkülöníteni, amelyek különböző igényeket támasztanak a paradicsom küllemével és beltartalmával szemben. [Ipari paradicsom nemesítés a NAIK ZÖKO kalocsai intézetében.](#)

A **bogyók alakja szerint** számos típus létezik a köztermesztésben. Hazánkban főként a **szabályos, gömbölyű** formát részesítik előnyben, míg más dél-európai országban a nagyméretű, lapított alakú bogyók az elterjedtek. A bogyókeménység mind a friss fogyasztás, mind az ipari feldolgozás szempontjából fontos értékmérő tulajdonság. A **bogyó keménysége** a szállíthatóságot, a gépi betakaríthatóságot, illetve a pulton tarthatóságot (LSL fajták) határozza meg. A legtöbb fogyasztó azokat a típusokat kedveli, melyek kettévágás után kevés levet eresztenek és a héjuk nem rágós. A bogyó keménysége szorosan összefügg az érettségi állapottal is, mivel az érés folyamán sejtfalbontó poligalakturonáz enzim termelődik, ami a paradicsom puhulását okozza. A **bogyószín** friss piacra történő értékesítés során a termés eladhatóságát nagyban befolyásolja, míg a konzervipari fajtáknál az előállított termék küllemét határozza meg. Jelenleg **piros, rózsaszín, narancs, barna és sárga** színű változatok fordulnak elő.

Az **érés szempontjából** kétféle típust különböztetünk meg. Éretlen állapotban az **egy színből érő fajták** bogyója egyöntetű zöld, a **két színből érők** bogyója a kocsány körül sötétzöld elszíneződést mutat. A nagyobb klorofilltartalomnak köszönhetően a két színből érő fajták érett állapotban jobb színűek, de az egy színből érőknek nagyobb a repedés-ellenállósága.

A termésérés sikerét a terméshozam, a termés minősége és az előállítás költsége határozza meg. A paradicsom több mint 200 kórokozónak és kártevőnek gazdanövénye. Ezt a problémát **rezisztencianemesítéssel** próbálják orvosolni. A nemesítők számára a természet számos rezisztens gént kínál a *Lycopersicon* nemzetségen belül. A dohánymozaik vírussal (ToMV) szemben rezisztens fajtákat a *L. peruvianum* felhasználásával hozták létre.

A **minőségjavításban** is kiemelt szerephez jutnak a vad fajok. *L. hirsutum* és *L. peruvianum* jól bírja a hideget, míg a *L. pennellii*, *L. cheesmanii* és a *L. pimpinellifolium* kevésbé érzékenyek a talajok sótartalmával szemben. Egyik bevált vad faj a *L. cheesmanii*, amely a bogyólevélést fokozza és a konzervipar számára fontos **szárazanyag-tartalmat növeli**. A *L. parviflorum* **cukortartalma** is kimagasló. Említésre méltó még a *L. peruvianum* és a *L. pimpinellifolium*, melyek a **színanyag-tartalmat** (likopintartalmat) javítják. Ezen kívül. *L. esculentum* var. *cerasiforme* és *L. pimpinellifolium* segítségével a **bogyókeményesség** is fokozható.

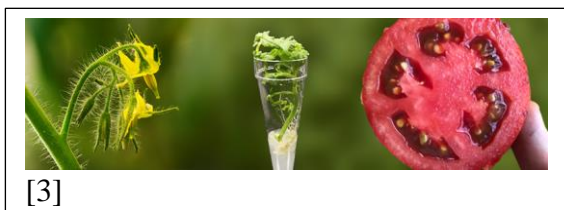
Paradicsomnemesítés módszerei

A paradicsomnemesítés alapja a **hagyományos módszerek, szelekció, keresztezés, heterózis, mutációs nemesítés** alkalmazása, de a faj esetén a **molekuláris genetikai** kutatások és gyakorlati alkalmazásuk is fejlett.

A **szelekció** a hagyományos tájfajták megújításánál, fajtafenntartás folyamatában egyszelekció módszer jellemző. A szelekció része a **keresztezéses nemesítés** utódgenerációiból homogén, homozigóta, tiszta vonalak kialakításának, a pedigre és SSD módszerekkel. A szelekció alapja elsősorban a rezisztencia nemesítés területén a **molekuláris marker eredmény (MAS), lehetőleg kodomináns markerekkel**.

A hajtásban, de a szántóföldi termesztésben is szinte egyeduralmukodóvá vált a **hibrid fajták** alkalmazása. A paradicsom erősen öntermékenyülő növény, mérsékelt égövi körülmények között az idegentermékenyülés 0,5- 4%. Könnyen keresztezhető, **csövé összeforrt portokok könnyen eltávolíthatók**, a placenta több száz magot is köthet. A **heterózis hatás** jellemzően a koraiságban, terméshozamban és jobb alkalmazkodó képességben nyilvánul meg.

A paradicsom esetében a DH vonalak alkalmazása a **hibridek** előállításánál még nem terjedt el, az androgenézisen alapuló **haploid előállítás módszereknél** a faj rossz választódó képessége miatt. Azonban egyre több független laboratórium hirdeti szolgáltatását haploidok előállítására paradicsom esetén is, mikrospóra tenyésztéssel.



A paradicsom **molekuláris nemesítése** rendkívül fejlett, számos új technológiát alkalmaznak.

A **molekuláris marker** kutatások eredményei piaci alapon is elérhetők a nemesítők számára, független laboratóriumok kínálatában: 19 rezisztencia tulajdonságra, valamint 10 morfológiai jegyre, mint lassú érés (*rin*, *nor*), rózsaszín termés, narancssárga szín stb., ajánlanak MAS vizsgálati lehetőséget.

A **transzgénikus nemesítés** kombinálása a hagyományos nemesítéssel segíti az inkompatibilitás megoldását fajok közötti keresztezés esetén, a gének piramidálását. A paradicsom esetén alkalmazott egyik módszer az *Agrobacterium tumefaciens* protokoll. A legfontosabb tulajdonságok, melyek megoldására a genetikai módosítást alkalmazták:

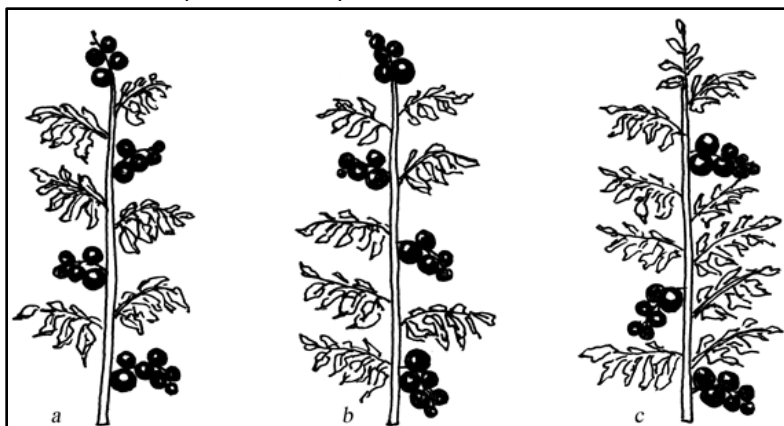
- termés minőség; kisebb sejtfal bomlás, a terméslágyulás elkerülésére, az érés megakadályozása, édes íz fokozása, a karotinoid képződés megváltoztatása,
- magnélküli termés (partenokarp),
- gomba kórokozókval szemben képződő anyagok növelése, pld. növelni az ellenállóképességet a *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* kórokozóval szemben
- baktérium rezisztencia- *Xanthomonas*
- vírus rezisztencia (TYLCV, TLCV, TSWV, CMV)
- tárolás és feldolgozási technológia.

2009-ig több, mint 50 transzgénikus kutatást tartottak nyilván Európában a paradicsom esetén.

A paradicsom alkalmas **metabolomika** kutatásokra és segítségével nemesítésére, metabolitok elemzésére alapozott molekuláris markerek fejlesztése. A NAIK ZÖKO kutatói foglalkoznak metabolomika kutatásokkal az ipari paradicsom esetén. Poláris vegyületeket, mint cukrok, aminosavak, vitaminok mennyiségét mérik nagy teljesítményű analitikai eszközökkel és hasonlítják össze statisztikai programokkal különböző genetikai források esetében.

Paradicsom fajtatípusok a hazai termesztésben

A hazai **paradicsomtermesztés** gyakorlatilag a **friss fogyasztás és ipari feldolgozás** igényét elégíti ki. A friss fogyasztásra termelt paradicsom a **hajtatásból** kerül a fogyasztóhoz, ahol egyre nagyobb teret hódít a hosszúkultúrás, **üvegházi intenzív termesztés**. (2. táblázat)



3. ábra Determinált (a), „féldeterminált” (b), folytonos növekedésű (c) paradicsom típusok [5]

Növekedés (3.ábra)	Használat	Bogyó méret	Minőségi jellemző
Determinált - 6. fűrt után záródik - Két fűrt között egy levél	Szabadföldön - Ipari - Házikerti	60-100g	- Magas szárazanyag - Kemény héj - Gépi szedés - Hosszúakás forma
Féldeterminált - 8.-9. fűrtnél zár - 2-3 levél fűrtök között	Hajtatásban - Fóliában - Támrendszerrel szabadföldön	100-130g	- Egyszerre érés - Lsl fajták
Folytonos növekedésű - Két fűrt között 2-5 levél	Hajtatásban Támrendszerrel szabadföldön	110-150g (240g)	- Fűrtös szedés - Különleges formák, színek - Lsl fajták

2. táblázat Paradicsom fajták jellemzői termesztési technológia szerint (saját szerkesztés)

Típus neve	Főbb jellemzők
Snack	Bogyó tömeg 10-40g, magas szárazanyag, Brix értéke 10<, könnyen leválik a kocsányról
Cherry (cseresznye)	30-50 g bogyótömeg, fűrtben szedik, Brix értéke 5-10,
Koktél	45-60 g bogyótömeg, fűrtben és bogyósan is szedhető
San Marsano	60-80g bogyótömeg, hosszúakás forma, sav tartalma alacsony, bogyónként, fűrtben szedhető
Fűrtös	A 140g termések fűrtben szedhetők, ált. a kocsány ízesülés nélkül kötődik a fűrtöz, egyszerre érnek a bogyók fűrtön belül, bogyó tömeg: < 100 g (kicsi), 100-140g (közepes), > 140g (nagy)
Bogyós (hús)	Egyenként szedhetők, kocsánnyal együtt, 200g feletti bogyó tömeg hús paradicsom, gerezdekre tagolt

3. táblázat Hajtatásra alkalmas paradicsom fajta típusok (saját szerkesztés)



'Heirloom' paradicsomok (saját fotó)

Ajánlott olvasmányok

1. <https://magazin.fruitveb.hu/ipari-paradicsomfajtak-ertekelese-az-ipar-elvarasainak-fuggvenyeben/>
 2. <https://magazin.fruitveb.hu/ fiatal-magyar-kutato-sikere-a-13-nemzetkozi-ipari-paradicsom-konferencian/>
 3. ["In order to be commercially interesting, varieties need to suit growers' wishes as well" \(hortidaily.com\)](https://hortidaily.com/)
 4. [Commercial tomato variety with ToBRFV resistance to be offered in early 2021 \(hortidaily.com\)](https://hortidaily.com/)
- letöltés 2021.01.02.

Források

Bassett M. J. (1986): Breeding vegetable crops, AVI, 584p.

Bradt Sára: (2007): A termesztési körülmények és a fajta hatása a paradicsom beltartalmi értékeire. SZIE, PhD értekezés, 120p.

Liedel B.E.- Labate J.A – Stommel J.R – Slade A. -Kole C. (2013):Genetics, Genomics and Breeding of Tomato , CRC Press. 480p.

Somos A. (1971): A paradicsom, Akadémiai Kiadó, 407p.

[1] https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0304423819308131-ga1_lrg.jpg

[2] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009286741730586X>

[3] <https://www.fytagoras.com/en/dh-doubled-haploids/>

[4] <http://www.dyn-rnd.com/Agriculture>

[5]

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Zoldsegterm_szabadjoldo_n/ch11.html#id561809

letöltés 2021.01.02.

Ellenőrző kérdés

1. *Milyen főbb tulajdonságok nemesítéséhez alkalmazták a *Lycopersicon sp.* nem termesztett fajait?*
2. *Hasonlítsa össze a paprika és paradicsom nemesítés során alkalmazott nemesítési módszereket!*
3. *Foglalja össze a 'heirloom' paradicsom fogalmát!*

Önálló feladat

Állítson össze fajtalistát üvegházi hosszúkultúrás hajtásra a hazai paradicsom fajtakínálatból, jellemezze főbb morfológiai, agronómiai és rezisztencia tulajdonságaikat!