



Ledóné Dr. Darázi Hajnalka
Főiskolai docens

Nemesítés és fajtahasználat

Zöldségfajták nemesítése A paprika

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 zöldségfajták nemesítése mind a piaci igények, mind az alkalmazott módszerek szerint nagyon összetett. A hazai nemesítés kiemelkedő példája a paprika nemesítése. A paprika fajtaválaszték bőséges, jelentős hazai nemesítő műhelyek és nemzetközi vállalatok közösen állnak a termelők rendelkezésére. A papikanemesítés irodalma éppen a kiváló hazai kutatások, eredmények miatt rendkívül gazdag. A legjelentősebb elméleti és gyakorlati ismereteket emelem ki, az ismeretek további kutatására ösztönözve az olvasót.

Tartalom

A zöldségfajták nemesítésének jellemzői

A paprika nemesítése

A paprika rendszertana

A paprika öröklődése

*A papikanemesítés célja,
módszere*

A zöldségfajták nemesítésének főbb szempontjai

A zöldségfélék iránt egyre nő a piaci kereslet az egészséges táplálkozás iránti igény növekedésével. A piac nagy mennyiségben, kiváló minőségű, hibátlan és beltartalmában értékes termékeket kíván. A nemesítés célja ezen igények kielégítése magas hozamú, biztonságosan termesztendő, betegségeknek ellenálló, magas szárazanyag-, vitamin és ásványi anyag tartalmú fajták előállításával.

A zöldségfélék nemesítési céljai nagyban összefüggnek a termesztési technológiával; a szántóföldön előállított fajok és fajta típusok sokszor ipari feldolgozásra kerülnek, míg a növényházakban termelt fajták a friss fogyasztást szolgálják.

Az alapvető alkalmazott nemesítési módszereket a fajok termékenyülési viszonyai határozzák meg, míg a biotechnológia, molekuláris genetika használatát a fajok élettani sajátosságai befolyásolják. A zöldségfélék fajtanemesítése rendkívül összetett és szerteágazó módszereket kíván.

A zöldségfélék fajtahasználatára a gyors változás jellemző, egy-egy növényházban termelt fajta „élethossza”, jellemző alkalmazása néhány (3-6) év. A nemesítési tevékenység így állandó és jelentős költségekkel jár, amit sokszor a multinacionális, nemzetközi piacot uraló vállalatok képesek finanszírozni. Előnye, hogy a modern biotechnológia, molekuláris genetika segítségével a nemesítés gyorsan követi a változó igényeket, pld. egy új kórokozó változat megjelenése esetén rezisztencia gének beépítését a fajtákba.

A PAPRIKA NEMESÍTÉSE

A paprika rendszertana

A termesztett paprika a *Solanaceae* családba tartozik, a *Capsicum* nemzetség fajait jelenti. A nemzetség valamennyi faja az amerikai kontinensről származik. Az archeológiai adatok azt bizonyítják, hogy már i.e. 7000 évvel ezelőtt fogyasztották a paprikát Amerikában, babbal és tökfélékkel együtt az első kultúrnövények közé tartozott. Az indiánok számára a kukoricát követő legfontosabb növény volt, szinte minden ételhez fogyasztották, a csípősséget sóval és paradicsommal tompították. (1. táblázat)

A *Capsicum* nemzetség fajainak számát 20-30-ra becsülik, 16 faj amit az ember még nem hasznosított, 11 faj már hasznosított (termesztett és nem termesztett). Az utóbbi fajokat a fenotípusos bélyegek alapján 3 csoportra lehet osztani: fehér virágú, lila virágú és átmeneti virágszínű csoport.

Vad	Termesztett
2 éves, évelő jelleg, fásodó szár	1 éves, lágyszárú
2-5 bogyó nóduszonként	1 (esetleg 2) bogyó nóduszonként
Auto-inkompatibilitás (<i>C. cardenasii</i>), ami teljes idegenbeporzást igényel	Nincs auto-inkompatibilitás
Hosszú bibeszál, ami az idegenmegporzásnak kedvez	Rövid bibeszál
Hosszú csészefog	Rövid csészefog
Puhuló (lehulló) bogyó	Nem puhuló bogyó
Apró, vékony húsú bogyó	Nagy, vastag húsú bogyó
Nagyrészt csípős bogyó	Nagyrészt csípmentes bogyó
A biológiai érett bogyó szín csak piros	A biológiai érett bogyó szín piros, sárga, barna
Felálló kocsány és bogyó	Felálló és csüngő kocsány és bogyó

1. táblázat A paprikák lényegesebb morfológiai változásai a kultúrevolúció során (Somos, 1985)

A fehér virágú csoport termesztett fajai:

Capsicum annuum L. var. *annuum*

A legelterjedtebb termesztett faj, fajta gazdagsága a legnagyobb.

Capsicum chinense Jacq.

A *Capsicum annuum*hoz legközelebb álló faj, változatos morfológiai bélyegekkal, csüngő nagyobb bogyó (3-10 cm hosszú) jellemzi. Származási helye Dél-Amerika északi része. A *C. annuum*mal jól keresztezhető.

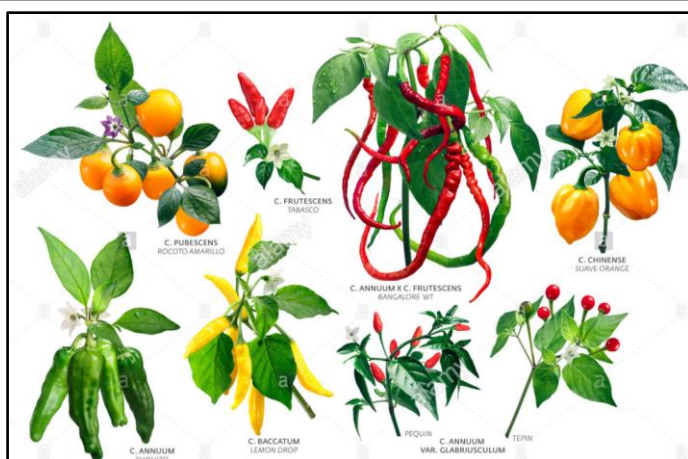
Capsicum frutescens L. közel áll a *C. annuum*hoz, kevésbé változatos. Virág és termése mindig felálló, a párta zöldesfehér, a termés nóduszonként több, lehet 3-6 is. Legismertebb fajtája a cv. *Tabasco*. Mexikótól Dél-Amerika közepéig előfordul, ma inkább Észak-Amerikában termesztik. A *C. annuum*mal kevésbé jól keresztezhető, az utódok között sok a steril növény.

A csoport többi faja közül értékes rezisztencia tulajdonságokat nyertek a *Capsicum chacoense* fajtából.

A lila virágú csoport termesztett faja a *Capsicum pubescens* Ruiz et Pavon. Egyetlen faj a nemzetségben, amely fekete vagy barnásfekete színű magja alapján azonnal elkülöníthető. Levele és szára erősen szőrözött. A virág lila, alapi részénél fehér vagy sárga torokfolttal, bőségesen termel nektárt. Termése viszonylag kicsi, többnyire egyesével csüngenek. Elterjedési területe főleg Dél-Amerika magas hegyei (1500-3000 m), ahol a napsütéses órák száma 11-13, a tél fagymentes.

A csoport többi, vadon termett fajai a rezisztencia forrásként értékesek (*C. cardenasii*, *C. eximium*, *C. tovarii*).

Az átmeneti virág színű csoport termesztett faja a *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (Willd.) Eshbaugh. Változatos faj, jellemző tulajdonsága nóduszonként egy, felálló kocsányú virág, amely a terméskötés után lehajlik (*pendulum* név). A virág párta mindig fehér, de sárga vagy zöldessárga torokfolttal. Bogyó mérete változatos, 10-15 cm hosszú is lehet. Egyes típusai télen is jól virágoznak, hidegebb csírázási hőmérsékletet igényel. A *C. annuum*mal jól keresztezhető, ha anyapartnerként használják. Elterjedése Dél-Amerika nyugati része. (1. ábra)



1. ábra *Capsicum* fajok morfológiai jellemzői [1]

***Capsicum annuum*, termesztett paprika alakkörei, fajta típusai**

Terpó (1965) rendszerezése szerint a hazánkban termesztett paprika fajták három alcsoportba (convarietas) oszthatók: convar. *annuum*, convar. *longum*, convar. *grossum*. Ezekben belül további 18 provarietas és 34 további alacsonyabb taxont jelölt meg.

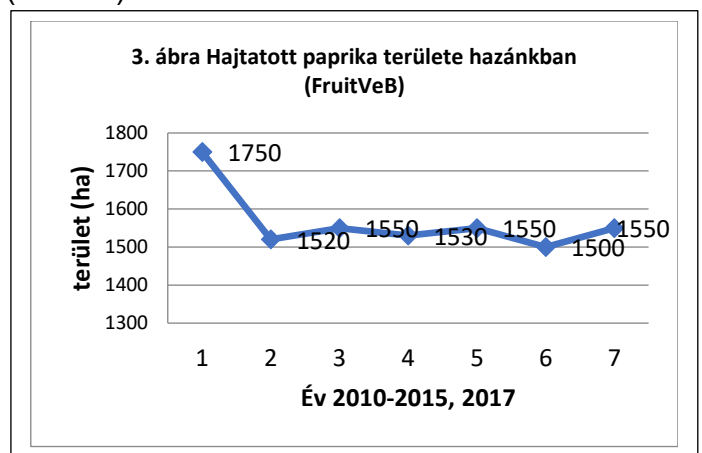
A termesztés számára a fajtatípusok gyakorlati felosztása a bogyó forma alapján történik:

- hegyes
- kúpos
- hasábos, betúrt végű
- paradicsom alakú
- gömbölyű

fő fajta kategóriákat különböztetünk meg. (2. ábra)



2. ábra A termesztett paprikát (*C. annuum*) változatos bogyó forma, szín jellemzi [2]



Felhasználásuk szerint megkülönböztetünk étkezési - friss fogyasztásra és ipari feldolgozásra - szánt fajtákat, valamint a fűszerpaprika fajta típusát.

A hazai paprikahajtatás területe az elmúlt években stagnált, kissé emelkedett (3. ábra).

[Hazai paprikafajta használat jellemzői](#)

A paprika örökléstana

A *Capsicum* genuszra jellemző alap kromoszóma szám 12, $2n=24$, ($n=12$). *In vitro* technikával portok (anthera)- és mikrspóra kultúrából is lehet eredményesen haploid növényeket előállítani. A paprika esetében is előfordul spontán triploid növény, melynek levele és virága nagyobb. Triszóm növények kutatása kiterjedt volt a korábbi évtizedekben, a gének azonosítását kívánták megoldani segítségükkel az egyes kromoszómákon. Ma már a paprika géntérképe is ismert.

A gén azonosítási kutatásokat segítik a különböző morfológiai mutáns egyedek. Csilléry Gábor nemesítő a világ legnagyobb paprikamutáns gyűjteményével rendelkezik. Különböző fajtatípusokban talált mutációkat egy fűszerpaprika vonallal keresztezi, így izogén vonalakat állít elő, melyek összehasonlíthatók, genetikai térképezésre alkalmasak.



[Csilléry Gábor nemesítő a világ legnagyobb paprikamutáns gyűjteményét tartja fenn](#)

Néhány példa a paprika tulajdonságok öröklődési viszonyaira

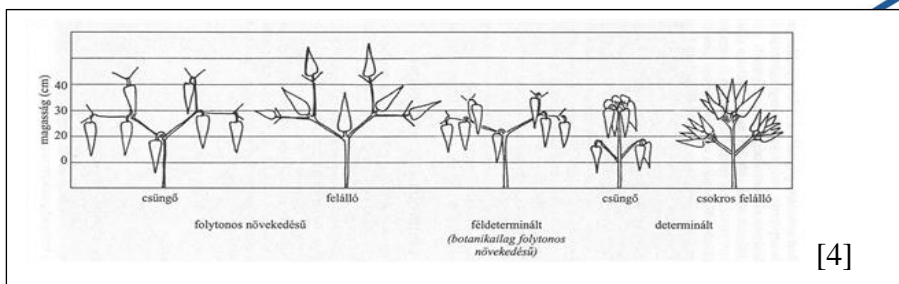
Morfológia

A **szikalatti szárrész (hypocotyl) színe** általában zöldes lila, ami domináns jelleg. A recesszív mutáns „anthocyanin less”- antocianin mentes, zöld szárú lesz. Jele *al*. A tulajdonságnak nemesítési szempontból jelentősége, hogy a zöld szárú (*al*) egyedek portokja sárga lesz, a bogyók nem hajlamosak a lilulásra, így a hasadó F₂, nemzedékében a homozigóta recesszív egyedek (*alal*) már szikleveles korban jól elkülöníthetők. (4. ábra)



4. ábra Paprika hypocotil és portok színe normál és 'anthocyan less' (*al*) mutáns egyednél
Forrás: Ledóné, 1993.

A **csokros növekedés**ért egy recesszív gén felelős, „*fasciculate*”, jele *fa*. A gén jelenlétében a náduszok lerövidülnek, a virágok csoportosan helyezkednek el, a növény főtengelyének növekedése néhány ízköz után virágban záródik [4]. A hazai nemesítők gyakran alkalmazták a csokros növekedési típust a fajták előállításánál, pld. fűszerpaprika vagy szántóföldi étkezési paprikafajták előállításakor. Később apai vonalként hibridekben igen előnyösnek bizonyult alkalmazása a koraiság és terméshozam fokozására (HRF F₁)



Virágzás, termékenyülés

A **virágok helyzete** csüngő, felálló vagy oldaltálló lehet. A felálló helyzetért egy recesszív gén „*upright*” felelős, jele *up*. A felálló virág és termés típusú szülői vonal alkalmazása hibridekben fokozza a koraiságot. Fűszerpaprika fajták esetében extra koraiság érhető el a felálló termés és csokros növekedés kombinációjával, azonban a termések kitétek a napégésnek.

A **paprika termékenyülési viszonyai** igen széles körben kutatott terület. Mivel az öntermékenyülő fajról van szó, így a hibridmag előállításánál előny a **hímsterilitás alkalmazása**.

A **citoplazmás hímsterilitás** ismert a paprika esetében, PETERSON fedezte fel 1958-ban *Fresno chili* vonalban. A sterilitást okozó plazma (S) mellett egy recesszív resztorer maggén biztosítja a steril formát (*rf*). A CMS rendszerrel csípős paprika hibrideket sikerült előállítani, jó helyreállító vonalnak bizonyult a hazai cv. *Hatvani hajtatási* is (N-RfRf, S-RfRf genotípussal).

A **génikus hímsterilitás** a paprika hibridek előállításánál elterjedten alkalmazott tulajdonság, miután a heterozigóta egyedben (*ms/ms⁺*) semmilyen termékenységet csökkentő káros hatás nem észlelhető. Számos hímsterilitást meghatározó recesszív gén ismert (*ms-1*, *ms-2*, *ms-3*, *ms-509*), amelyek nem alléljai egymásnak. Homozigóta jelenlétük esetén a virágban a portokok felnyílás után összeszáradnak, így könnyen felismerhetővé válik a steril növény.



5. ábra Normál és hímsteril virág lila portokkal (*al⁺*) és sárga portokkal (*al*)
(Forrás: Ledóné, 1993)

Termésképzés

A **paprika bogyó alakja** igen változatos, a lapított vagy gömbölyű termés formáért a domináns *O* gén (*Oblate*) felelős, ha a bogyó hosszúság-szélesség aránya 2,0 körüli.

A **gazdaságilag érett termés szín** igen változatos. A hazai fehér paprika színét „sulfur white” recesszív gén, jele *sw*, határozza meg.

A biológiai érett termés szín esetén a piros domináns a sárga „*yellow*” *y*, felett. A paprika érett színéért három gén pár felelős, azok kombinációja különleges érett színt adhat, mint lazacpiros (*y⁺,c₁*) vagy elefántcsont színű (*y, c₂*).

A paprika **csípősségét** domináns gén határozza meg „*Capsaicin*”, *C*. A kapszaicin a bogyó rekeszfalnak belső bőrszövetében fejlődő mirigyekben képződik, hasonlóan más, a paprika jellegzetes illatát adó anyagokhoz.

Ellenállóság

A betegség-ellenállóság szinte csak a domináns rezisztencia tulajdonságok alkalmazását jelenti a hibridek előállításakor. Jelentős hazai kutatások folytak a paprika vírus, baktérium kórokozók elleni rezisztencia gének feltárására és alkalmazásukra. A tobamo vírusok, a paradicsom bronzfoltosság vírus, az uborkamozaik vírus elleni rezisztencia gének beépítése ma már szinte követelmény a korszerű hibridek esetén. (2. táblázat)

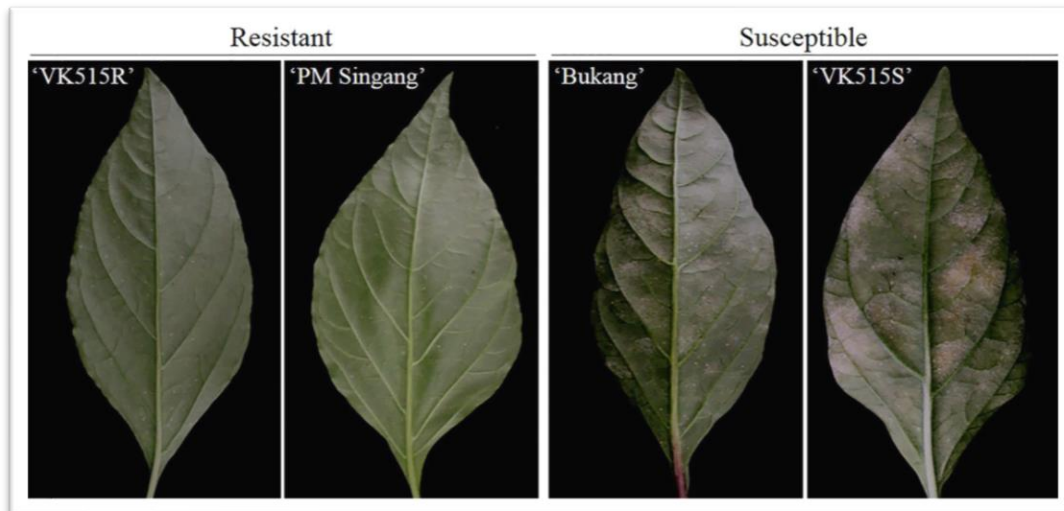
Kártevő, kórokozó	Rezisztencia jel	Rezisztencia gén	Fajta (példa)
Dohány mozaik vírus (és törzsei, tobamo vírusok)	Tm0-2-3	L 1, 2, 3, 4 allélek	Zalkod (Tm2) Glorieta (Tm3)
Paradicsom bronzfoltosság vírus (TSWV)	TSWV	SW	Zalkod Bravia
Uborka mozaik vírus (CMV)	CMV	Cmr-1	Ceremony
<i>Xanthomonas vesicatoria</i> (szabadföldön)	Xcv	Bs2	Bihar
Nematoda (<i>Meloidogyne</i> sp.)	M	N	Cinema
Paprikalisztharmat	PM	PMR1	Finalist

3. táblázat A hazai paprika fajták lehetséges rezisztencia tulajdonságai és öröklődési viszonyai (Forrás: saját szerkesztés)

A paprikalisztharmat (*Leveillula taurica*) a hazai hajtás egyik legsúlyosabb betegsége. A rezisztencia tulajdonságot hordozó fajták néhány éve jelentek meg a fehér kúpos fajtatípusban. A rezisztencia kutatások az 1980-as években kezdődtek világszerte, az ellenállóság öröklődése összetett, áttörést a molekuláris markerek alkalmazásával értek el a kutatók, sikerült egy domináns öröklődésű rezisztencia gént azonosítani (*PMR1*). (3. táblázat)

Rezisztencia forrás	Öröklődés
<i>Capsicum annuum</i> H3, H-V-12, 4638	legalább három génpár
<i>Capsicum annuum</i> 'PMSingang'	PMR1 domináns
<i>Capsicum frutescens</i> IHR 703	három génpár
<i>Capsicum baccatum</i> CNPH	poligénes

4. táblázat Paprikalisztharmat (PM) ellenállóság rezisztencia forrásai és öröklődése (Forrás: Jo J. elal., 2017)



6. ábra Rezisztens és fogékony paprika vonalak inokulált levelei a lisztharmat kórokozóval (*L. taurica*) (Forrás: Jo J. elal., 2017)

A paprika nemesítése

Az első paprika fajtanevek a 16. századtól ismertek, a ma termesztett legrégebbi fajta a *California Wonder*, több, mint 170 éves. A tájfajtákból szelektált fajták tekinthetők a legrégebben termesztett hazai paprikáknak, mint *Bogyiszlói*, *Keszthelyi*, *Cecei* típusok.

Nemesítési célok

A paprika nemesítése az étkezési és fűszerpaprika fajtakörök esetében különválik.

Az **étkezési fajták** is termesztési helyüktől és bogyó ill. felhasználási típusaiktól függően más-más fogyasztói igényt elégítenek ki.

A **hajtatásban** alkalmazott fajták esetén a legfontosabb nemesítési igény a koraiság, hosszú megújuló képesség, multirezisztencia, stressztűrés (egyenetlen vízellátás), magas hozam, kiegyenlített bogyóminőség.

A **szántóföldi termesztés** esetében cél esetén a koraiság, jó hozam, erős növekedési erély, de rövid ízköz, jól takaró lombfelület, rezisztencia, a termékek tövön tarthatósága. **Ipari feldolgozás** esetén kiemelkedő igény a feldolgozók részéről a magas beltartalmi érték (szín anyag, kapszaicin, Brix°).

Fűszerpaprika fajták esetében az előbbi lista kiegészül a magas szárazanyag tartalom és egyszerre érés igényével.

[Fűszerpaprika fókuszban- Magyar Paprika Napja, 2017](#)

Paprikanemesítés módszerei

A mai paprikanemesítés a hagyományos módszerek, szelekció, keresztezés, heterózis, mutációs nemesítést ötvözi a molekuláris genetikai és biotechnológiai módszerekkel.

A szelekció a hagyományos tájfajták megújításánál, fajtafenntartás folyamatában egyedszelekció 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 **heterózis nemesítés** az utóbbi évtizedekben fellendült a paprika esetében, nem csak a hajtásban, de a szántóföldi termesztésben is szinte egyeduralgódóvá vált a hibrid fajták alkalmazása. Oka, hogy a nemesítő cégek, vetőmag forgalmazók a jogszerű fajtahasználatot várják a hibrdek forgalmazásától. Termelői szempontból a piac igénye nőtt a homogén árualap iránt (kereskedelmi láncok-tészek), valamint a több rezisztenciával rendelkező hibrdek termesztése alapkövetelmény.

A paprika erősen öntermékenyülő növény (5-10 % idegentermékenyülés), így a beltenyésztés hatása eredendően magas. A paprika hibrdekben a heterózis hatás jellemzően a koraiságban, terméshozamban és jobb alkalmazkodó képességben nyilvánul meg.

A paprika **hibrdek** előállításánál rutinszerűen alkalmazott módszer az androgenézisen alapuló **haploid előállítás** portok vagy mikrospóra kultúrával majd a dihaploid vonalak alkalmazása szülői vonal ként.

A **hibridmag** előállítás kézi **kasztrálással** vagy többnyire a **génikus hímsterilitás** anyavonalba ültetésével történik.

Szintetikus fajták előállítása az 1970-80-as években Zatykó Lajos és munkatársai nevéhez fűződik. Akkor még több, mint 10000 ha szabadföldi paprika termett hazánkban és szükség volt az olcsó, de **heterózis hatást** mutató fajták termesztésére. Így három szintetikus fajta változat került termesztésbe: *Szintetikus cecei*, *Szintetikus fehérzön*, és *Szintetikus táltos*. A *Szintetikus cecei* egymástól erősen eltérő öt fajta hibridjeinek 8-10 szelektált vonalából diallél keresztezés F₁ magja alkotta a szuper-szuperelit keveréket. Forgalomba az F₃ utódmagja került, mint elit. A szintetikus fajta előnye volt a **magas genetikai variabilitás** és így a **kiváló alkalmazkodó képesség**.

A **biotechnológia** a paprikanemesítés fontos módszerei közé tartozik: klónozás, haploidok előállítása, vírusmentesítés.

Az embriókultúra fajhibrdek keresztezésekor az egyébként sikertelen kombinációk felnevelhetők.

Ismert markerkutatások:

Hímsterilitás: génikus (ms-1), citoplazmás (CMS),
Rezisztencia gének: L allélek (Tobamovírusok), TSW (TSWV), Cmr-1 (CMV), PMR1 (paprika lisztharmat) N (fonálféreg), Bs allélek, (Xanthomonas)
Morfológia: Bogyó szín (sárga)
Beltartalom: Csípősség
Forrás: saját szerkesztés

Ajánlott olvasmányok

Zatykó Lajos: Régi magyar paprikafajták, Növényvédelem, 2020, 81. (N.S.56):10.469-476.

<https://mezohir.hu/2019/08/14/a-paprikafajtak-multja-jelene-es-jovoje/>

letöltés 2020.12.29.

<https://magyarmezogazdasag.hu/2020/09/18/vilag-legnagyobb-paprikamutans-gyujtemenye>

letöltés 2020.12.29.

<https://fruitveb.hu/fuszerpaprika-termesztes-es-feldolgozas-helyzetenek-elemzese-volt-vi-magyar-paprika-nap-kozponti-temaja/>

letöltés 2020.12.29.

Források

Jo J.- Venkatesh J.- Han K.- Lee H-Y., Choi G. J., -Lee H.J., -Choi D., -Kang B.-C. (2017): Molecular Mapping of PMR1, a Novel Locus Conferring Resistance to Powdery Mildew in Pepper (*Capsicum annuum*), *Front. Plant Sci.* 8:2090. doi: 10.3389/fpls.2017.02090

Ledóné, Darázs, H. (1993): Gén-kapcsolódási vizsgálatok a paprikánál (*Capsicum annuum* L.). Szakmérnöki diplomadolgozat, Agrártudományi Egyetem, Gödöllő.

Somos A. (1985): A paprika. Magyarország Kultúrfiórája, V. kötet, 13. füzet. 225p.

[1] <https://www.alamy.com/capsicum-genus-plants-peppers-annuum-baccatum-chinense-frutescens-pubescens-species-clipping-paths-image178229304.html>

letöltés, 2020.12.29.

[2] <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Capsicum+annuum>

letöltés, 2020.12.29.

[3] <https://www.naktuinbouw.nl/sites/default/files/Pepper%20calibration%20book.pdf>

letöltés, 2020.12.29.

[4]

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Zoldsegterm_szabadfoldo_n/ch11.html

letöltés, 2020.12.29.

Ellenőrző kérdés**Gondolja át!**

1. Miért a domináns rezisztencia gének alkalmazása terjedt el a paprika hibridnemesítésben?
2. Miért tartjuk egyes paprika fajtatípusokat Hungarikumként nyilván?

Önálló feladat

Állítson össze fajtalistát különböző termesztési és piaci igényeknek megfelelően a hazai paprika fajtakinálatból!

Végezzen kutatást, a hazai paprikanemesítés történetéről, kiemelkedő eredményekről és kutató személyekről!