



Ledóné Dr. Darázsi Hajnalka  
Főiskolai docens

## Nemesítés és fajtahasználat

### Az alma nemesítése

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 kertészeti növényfajok közül a fásszárú gyümölcstermő növények nemesítési sajátosságait szemlélteti az olvasólecke az almanemesítés példáján keresztül. Az alma legfontosabb hazai termesztésű gyümölcsfajunk. A hazai kutatások kiemelt feladata a környezeti és piaci igényeknek egyaránt kiválóan megfelelő fajták nemesítése. Az utóbbi évek kiemelkedő nemesítői sikere a multirezisztens almafajták hazai előállítására és termesztésbe vonására.*

### Tartalom

- Az alma rendszertana
- Öröklődési viszonyok
- Nemesítési módszerek
- Fajtatípusok a hazai termesztésben

## Az alma rendszertana

A termesztett gyümölcsfajok nagy része eltér az alapfajoktól, összetetté válva úgynevezett **kultúrfajt** alkotnak. Például ilyen a meggy (*Cerasus vulgaris*), az alma (*Malus domestica*), az európai körte (*Pyrus communis*), amelyeknek termesztett fajtái többféle alapfajtól, illetve azok természetes hibridjeitől származnak.

Az **alma** a *Rosaceae* családba tartozik, ahol legtöbb faj esetében a **haploid kromoszóma szám**  $x=7$ , 8 vagy 9, a *Maloideae* alcsaládban  $x=17$ , a kromoszómák között több pár tagjai jelentősen hasonlítanak egymásra, ez azt feltételezi, hogy az **alma genója duplikációval alakult ki**. Az almagenom szekvenálását 2007-ben kezdték el, a munkát nemzetközi együttműködésben végezte 85 kutató. Az eredményt 2010-ben publikálták.

A termesztett alma **őshazájának Közép-Ázsiát tartják**. Összesen közel 25-47 **almafaj** ismert, egyrésztük **ázsiai** (*Malus asiatica*, *M. baccata*, *M. orientalis*, *M. sieversii* stb.) más része **európai** (*M. sylvestris*) **elterjedésű**. Ezek közül jónéhány részvételét valószínűsítették a **termesztett alma kialakulásában** (*Malus X domestica*).

Az almagenomot nagymértékű heterozigotáság jellemzi, ami önmeddő termékenyülési típusának köszönhető.

## Öröklődési viszonyok

### **Az alma rezisztencianemesítése**

**Dr. Tóth Magdolna és munkatársai** több évtizedes nemesítői munkájuk során a hazai környezeti feltételekhez jól alkalmazkodó, kiváló termesztési és termés minőségű multirezisztens fajtákat hoztak létre.

Az alma (*Malus × domestica* Borkh.) élelmezési és termelési szempontból egyaránt a legjelentősebb mérsékelt égövi gyümölcsfaj. A kutatások két fő gyakorlati feladatra terjedtek ki:

- a) új genotípusok előállítása hibridizációval,
- b) új génforrások felkutatása a rezisztencianemesítéshez.
  - A faj legjelentősebb, **nagy gazdasági károkat okozó betegségei**
    - a ventúriás varasodás [kórokozója: *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.]
    - az almafa lisztharmat [*Podosphaera leucotricha* (Ell. et. Ev./Salm)]
    - a tűzelhalás [(*Erwinia amylovora* (Burrill/Winslow et al.))].

### **Ventúriás varasodás**

A *Malus floribunda* Sieb. 821 klónt, az USA-ban 1910-ben hozták létre, amely az *Rvi6* rezisztenciagén (korábbi elnevezés: *Vf* gén) a legfőbb hordozója, szerte a világon erre alapozták a rezisztencianemesítést. Az *Rvi6* lókuszbán a fő gén mellett feltételezett módosító és/vagy kis gének „dózisa” és annak fenotípusos megnyilvánulása a szülői kombinációkon is múlik, a fogékony szülőpartnernek is lehet szerepe az ellenállóság öröklődésében. A kórokozónak 1993-ig mindössze öt rassza volt ismert, 2006-ra nyolcra növekedett, 2011-ben 11 rassz, 2016 óta pedig 19 rasszt vélelmeznek. A (0) és az (1) rassz széleskörű hazai elterjedtsége igazolt. Nem kérdéses a (6) rassz hazai előfordulása, veszélye nagy, az *Rvi6* gént hordozó valamennyi genotípus ellenállóságát képes felülmúlni.

### **Rezisztenciagének piramidálása nemesített fajtákban**

A varasodásrezisztencia genetikai háttere:

- 17 fő *R* gén (rezisztenciagén)
- 13 QTL felelős az ellenállóságért, melyek
- 11 kapcsoltságú csoportban (LG) helyezkednek el.

A rezisztenciagének rasszokkal szembeni hatásossága eltérő, a nagyfokú ellenállóságtól az enyhe fogékonyságig sok átmenet létezik.

A legszélesebb hatású *R* gének közé tartozik:

az *Rvi6*, az *Rvi12* (*Vb*), az *Rvi15* (*Vr2*), az *Rvi2* (*Vh2*) s az *Rvi4* (*Vh4*).

### Gyümölcsstermesztési Intézet nemesítési eredményei:

- a 'Damara', a 'Bellona' s az *MR-18* fajtajelölt homozigótának bizonyult.
- 'Artemisz', 'Cordelia' és 'Isolda' esetében két gén, a 'Hesztia', *Damara*, 'Bellona' és *MR-18* viszonylatában három gén, az *MR-19*-nél pedig négy gén áll a rezisztencia hátterében.

### Új rezisztenciaforrások kiemelése

A hazai kutatócsoport további eredménye a rezisztens génforrások körének bővítése. *Malus* fajokat és kárpát-medencei régi fajtákat vontak vizsgálatba a fogékonyság megfigyelésével, mesterséges fertőzésekkel és markerezéssel.

400–500 taxon közül a rezisztencianemesítés számára génforrásként a *Malus floribunda*-ból az USA-ban és Németországban kiemelt génforrások az *Rvi6*-ra heterozigótának bizonyultak. Új eredményként a faj budai arborétumban található egyedeiből egy homozigóta klónt (*MBA-01*) szelektáltak, négy újabb heterozigóta génforrást sikerült kiemelni.

*Malus fusca* Schneid. soroksári botanikus kertben, *Malus* × *spectabilis* (Ait.) Borkh. budai arborétumban új génforrásokat választottak ki, amelyek a **lisztharmattal szemben** is megfelelő **ellenállóságot** mutatnak. A genotípusban heterozigóta formában *Rvi6*, továbbá *Rvi2* vagy *Rvi8*, az utóbbiban pedig *Rvi4* allélt sikerült azonosítani. 17 fajtában az *Rvi2*, 11-ben az *Rvi8*, hatban az *Rvi1*, négyben az *Rvi4* allél igazolódott. Hat fajtánál igazolódott génhalmazódás, s **kiemelt nemesítési értékű** a három *R* gént hordozó 'Batul'.

[Hazai nemesítésű ellenálló almafajták faiskolai kínálata](#)

A **lisztharmat** (*Podosphaera leucotricha*) a leveleket és fiatal hajtásokat támadja meg gátolja a fotoszintézist és a transzspirációt. A **monogénes rezisztencia** jelenlétét számos vad fajból, illetve interspecifikus hibridből leírták. Több lisztharmat-rezisztenciát okozó főgén ismert. A nemesítők elsősorban a *M. robusta* és *M. zumi* fajokat használták rezisztencia forrásként (*PI-1*, *PI-2* gén). A rezisztencia értékelése nehézkes, mert a rezisztencia mértékét befolyásolja a környezet, a magonc kora, a kórokozó virulenciája. Az újabb kutatások a rezisztencia gének kimutatására alkalmas markerek kidolgozására törekednek.

### Tűzelhalás

Az almatermésűek különösen súlyos károkat okozó betegsége a tűzelhalás, melyet az *Erwinia amylovora* baktérium okoz.

Rezisztenciaforrásként szóba jöhetnek vad fajok, de a régi termesztett fajták és az újabban nemesített fajták között is vannak ellenálló genotípusok. Monogénes rezisztencia nem ismert, **sok génes tulajdonság**. Pld. az 'Idared' X *M. robusta* 5 utódnemzedékében a

rezisztencia mértéke folyamatos eloszlást mutatott a két szülőre vonatkozó rezisztencia jellemzők között. (1. ábra)

Fajtatársítási javaslatok természetesi kitérítésére						
Megporzandó hazai fajta (S genotípus)	Ezek rezisztenciaforrásai		Lehetséges pollenadó			
	V gén	Erwinia QTL	saját fajta	külföldi fajta	Malus diszalma**	
VARASODÁSREZISZTENS FAJTÁK	Artemisz (S <sub>2</sub> S <sub>7</sub> )	Vf, Vh2-Vh8	FBF7; FBMF; FLO10	Rosmerta	Topaz (S <sub>2</sub> S <sub>5</sub> )	David Harvest Gold Mary Potter
	Cordelia (S <sub>2</sub> S <sub>23</sub> )	Vf; Vg	FLO10	Rosmerta	Rubinola (S <sub>2</sub> S <sub>3</sub> )* Topaz (S <sub>2</sub> S <sub>5</sub> )*	Prairie Fire Calocarpa
	Hesztia (S <sub>7</sub> S <sub>10</sub> )	Vf; Vg; Vh2-Vh8	FBF7; FLO5; FLO10	Artemisz Rosmerta*	Florina (S <sub>3</sub> S <sub>9</sub> )	Malus x zumi Malus floribunda Hillierii
	Rosmerta (S <sub>9</sub> S <sub>10</sub> )	Vf	FBF7; FBMF; FLO10	Artemisz Hesztia Cordelia	Freedom (S <sub>9</sub> S <sub>7</sub> ) Rubinola (S <sub>2</sub> S <sub>3</sub> )*	
VARASODÁSRA TOLERÁNS FAJTÁK	Karneol (S <sub>3</sub> S <sub>28</sub> )	Vh2-Vh8		Rodonit*	Fuji (S <sub>1</sub> S <sub>9</sub> ) Pinova (S <sub>2</sub> S <sub>9</sub> ) Red Delicious (S <sub>9</sub> S <sub>24</sub> )	Winter Gold Golden Hornet Profusion
	Rodonit (S <sub>3</sub> S <sub>7</sub> )		FBMF		Gala alakkör (S <sub>2</sub> S <sub>5</sub> ) Braeburn (S <sub>9</sub> S <sub>24</sub> )	Prof. Sprenger Golden Gem Evereste
	MV-04 (S <sub>1</sub> S <sub>3</sub> )		FLO5; FLO10	MV-17 (S <sub>7</sub> S <sub>10</sub> ) GFV-03 (S <sub>3</sub> S <sub>28</sub> )		Maypole (S <sub>10</sub> S <sub>28</sub> ) Genova (S <sub>3</sub> S <sub>28</sub> )

\* önállóan nem elegendő, másik pollenadóra is szükség van  
\*\* „Malus megporzási rendszer” alkalmazása esetén legalább 3 diszalmát kell ültetni

Prof. Dr. Tóth Magdolna ©

1. ábra Hazai nemesítésű varasodásra ellenálló fajták jellemzői [1]

## Kártevőkkel szembeni rezisztencia

Az alma fontosabb kártevői közül **három levéltetűfajjal szemben** írtak le **monogén rezisztenciát**, amelyek természetesen fajtákból és más almafajokból származtak:

- szürke almalevéltetű (*Dysaphys plantaginea* Pass.) – egyetlen domináns gén (*Sm<sub>h</sub>*), forrás- *M. robust* és 'Florina' varasodás rezisztens fajta
- közönséges almapirosító levéltetű (*Dysaphis devector* Walk.) – allél sor, *Sd1*, *Sd2*, *Sd3*, forrás- 'Cox Orange Pippin', 'Nothorn Spy' fajták és *M. robust*
- vértetű (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) rezisztens MM alanyok a 'Nothorn Spy' rezisztencia forrással, három rezisztencia gént azonosítottak, de a kártevő mindegyiket képes áttörni.

## Növekedési tulajdonságok és virágzási idő

Az **almafa habitusa és növekedési jellemzői poligén tulajdonságok**. Az almafa növekedését meghatározó gének csoportokba (klaszterek) rendeződve találhatóak a genomban. A növekedési habitust (oszlopos) főgének és mellékgének csoportja (QTL) befolyásolja (oldalelágazások száma, internódiumok hosszúsága, száma). A QTL -ek hatását a környezeti tényezők (pld. évjárat) módosítják.

A **törpe növekedésért** a felelős *Dwarfing 1 (Dw1)* gén az **M9 alanyánál** írtak le.

Megkezdődött olyan ökofiziológiai tulajdonságok genetikai meghatározottságának vizsgálata, mint a sztómák átjárhatósága, nettó széndioxid asszimiláció, transzspiráció mértéke, azzal a céllal, hogy az extrém körülményekhez jobban alkalmazkodó (pld. szárazság) fajták nemesítése eredményes legyen.

A **virágzási idő** meghatározásában három QTL szerepel.

## Gyümölcsminőséget meghatározó paraméterek

Az érésidő, gyümölcstömeg, oldható cukortartalom, hússzilárdság, savtartalom kialakításában számos gén csoportot azonosítottak (QTL).

A gyümölcs titrálható savtartalmának öröklődését egy fő gén és több kisebb gén határozza meg. A fő gén hatása homo- és heterozigóta formában közel azonos a savtartalom mérséklése. A nemesítési programban ismerni kell a szülők allélkombinációját, hogy a megfelelő savtartalommal rendelkező utódok aránya a legnagyobb legyen.

Az alma C-vitamin tartalma poligénes tulajdonság, meghatározásában három fő és számos kisebb hatású QTL vesz részt. 100 g alma antioxidáns kapacitása 1500 mg C-vitamin antioxidáns kapacitásával egyező, viszont ennek a C-vitamin csak 0,4% -át adja. A többi érték főleg polifenolok hatásának köszönhető.

Az alma piros színét (antocianinok relatív többsége) egyetlen gén alakítja (*Rf*), domináns a zöld (klorfillok jelenléte) vagy sárga (karotinoidok) szín felett. (2. ábra)



GYÜMÖLCSMINŐSÉG (2011-2014)	MV-04	ROYAL GALA
Tömeg (g)	138	157
Hússzilárdság (kg/cm <sup>2</sup> )	9,2	8,7
Refrakció (%)	13,4	11,6
Titrálható sav (g/l)	8,1	3,9
Polifenol (mg GS/l)	525	167
FRAP (mmol AS/l)	1,2	0,4
Tannin (%)	0,03	-

2. ábra Mv-4 vérbélű hazai nemesítésű rezisztens alma fajtajelölt jellemzői [1]

## Nemesítési módszerek

### **Klasszikus nemesítési módszerek**

A fás gyümölcstermő növények nemesítésében előny, hogy az előállított új változatok vegetatív szaporítással megőrzik tulajdonságaikat. Óriási hátrány viszont a hosszú nemesítési időszak. Az alma esetében hátráltató tényezők a hosszú termőrefordulás, a nagy faméret, az önmeddőség, a beltenyészett vonalak előállításának nehézsége. A világon kiterjedt almanemesítési kutatások folynak, jelentős része Európában. A nemesítés folyamata három fő területre osztható:

1. a genetikai sokféleség megteremtése,
2. a legjobb magoncok kiválasztása,
3. magoncok értékelése.

Az alkalmazott **klasszikus nemesítési módszerek: magoncok szelekciója, keresztezéses nemesítés, természetes mutációk kiválasztása, indukált mutáció, klónszelekció.**

A múltban a világfajták jelentős része véletlen magoncként keletkezett, zömmel az amerikai kontinensen, mivel a telepések az alma honosításához magokat vittek. A létesített magoncültetvényekből választották ki pld. 'Golden Delicious', 'Jonathan', 'Red Delicious' világfajtákat. A 'McIntosh' fajta magoncát Kanadában egy legelő szélén véletlenül találták, míg a 'Granny Smith' „zöld alma” fajtát is hasonlóan Ausztráliában. A mai nemesítésben a magoncok kiválasztásának kisebb a szerepe, illetve a kiválasztott anyafajták szabad megporzásból származó magoncait szelektálják.

A nemesítési célok eléréséhez szükséges mindkét szülő genetikai hátterének ismerete, ezt szolgálja a keresztezéses nemesítés. A világfajták közül így jött létre a 'Jonathan' és 'Golden Delicious', keresztezésével a 'Jonagold'; keresztezéses nemesítési programban állították elő a 'Fuji', 'Gala' és 'Elstar' fajtákat is. Korábban a nemesítők a keresztezésből létrejött hibrid populációból közvetlenül szelektálták a fajtákat, ma már a gének tudatos kombinálása érdekében 2-3 hibrid generáció is szükséges az eredményes fajtaelőállításához. Ezért nagy jelentősége van a termőrefordulási időszak lerövidítésének és a molekuláris markerekkel támogatott korai szelekciónak. Kimutatták, hogy a keresztezéses nemesítés során létrejött fajták jelentős hányadában 10-15 világfajta szinte mindig szerepel egyik szülőként, így a nagyüzemi termesztésben alkalmazott fajták diverzitása jelentősen csökken.

Egyes almafajtáknál gyakori a természetes mutáció. Ilyen tulajdonság az intenzívebb piros gyümölcsszín, így jött létre a 'Jonagold' változata a 'Jonagored' is. A növekedési erély megváltozása, a gyengébb növekedésű, mérsékelten elágazó, rövidebb ízközű egyedek, a spur habitus, pld. 'Golden Spur'. A spur változat azért előnyös, mert erősebb alannal kombinálva jövedelmezőbb ültetvények létesíthetők. Egy időben az intenzívebben színeződő mutánsok regisztrálása igen elterjedt, mert a mutáns felfedezője új fajtaként oltalmazhatta az eredeti fajta tulajdonosának beleegyezése nélkül. Később ez megváltozott, az eredeti fajtatulajdonos beleegyezése is szükséges a regisztrációhoz. A mutációval létrejött fajták esetében fokozott jelentősége van a fajtafenntartásnak a pozitív tulajdonságok megőrzése érdekében.

Az indukált mutációt korábban gyakrabban alkalmazták az almanemesítésben, röntgensugárázással, gamma vagy neutron sugárázással vagy kémiai anyagokkal

kezelték legtöbbször a nyugalmi állapotban lévő, egyéves vesszőket. Néhány sikeres fajta született, de többnyire csak instabil kimérékat sikerült létrehozni, így ma már az indukált mutációt alig alkalmazzák.

Hazánkban fajtajavítási céllal **klónszelekciót** a 'Jonathan' és 'Starking' esetében végeztek, ma már csak klónjaik termesztethők. A 'Jonagold' vírusmentes klónjait állították elő, jobban szerepelnek a termesztésben. A klónszelekció a régi almafajták termesztésbe vonását segítené elő, mivel azok jelentős része heterogén, így szükséges a legjobb változatok kiemelése.

### Molekuláris technikák alkalmazása

Az **almafajták genetikai diverzitásának feltárására** elsőként **izoenzim markereket** használtak, alkalmasak voltak egyes fajták azonosítására.

A genotípusok és hasadó utódnemzedékek pollenjének izoenzim vizsgálata megerősítette az almagenom poliploid eredetét. A vizsgálatok megbízhatóságát a környezeti hatások és a növény fejlődési fázisa befolyásolta, így a további kutatások a **DNS alapú markerezési technikák** felé fordultak.

- fajok, fajták közötti kapcsolatok felderítése (RFLP, PCR, SSR),
- tájfajták genetikai variabilitásának feltárása (SSR)
- rokonsági kapcsolatok feltárása, fajtagyűjtemények vizsgálata (SSR)
- hibrid populációk korai szelekciója
- genetikai térképek (az információ, [Rosaceae honlapon](#) megtalálhatók)

A molekuláris markerezési kutatások alapján derült fény arra, hogy az iráni almák köztes helyet foglalnak el a vad fajok és a nemesített fajták között, Irán szerepe kiemelkedő lehetett a faj elterjesztésében Közép-Ázsiából Nyugat-Európába.

### Transzgénikus alma

Mára közel **50 almafajta genetikai transzformációját** végezték el részben **tudományos**, illetve **kereskedelmi céllal**. Az utóbbi esetben a **cél különböző baktériumoknak, gombáknak ellenálló fajták létrehozása, valamint a stressztűrő képesség fokozása**, a gyümölcs **hosszabb eltarthatósága** volt a fő cél. A fogyasztói igények kielégítésére az **íz fokozása**, az allergén hatás csökkentése és a barnulásmentes gyümölcs nemesítése történt genetikai módosítás.

Nagy jelentősége van a **nemesítési folyamat lerövidítését célzó transzgén beépítésének**. Német kutatók egy nyírfából származó gént a 'Pinova' fajtába transzformáltak, hatására a fák termőrefordulása rendkívül lerövidült, legkésőbb a gyökereztetés után 10 hónappal az üvegházban virágot hoztak. A nemesítési programban a *Malu fusca* fajt választották keresztezési partnerként a tűzelhalás elleni rezisztenciája miatt. A nemes fajta tulajdonságait hét visszakeresztezéssel kapják meg. Az utódnemzedékek

vizsgálatánál a rezisztencia tulajdonságokat molekuláris markerekkel azonosítják. Az eljárás azért újszerű, mert a **transzgén szerepe a folyamat gyorsítása**, szerepe módszertani, segíti a multirezisztens fajta gyorsabb előállítását. Számítások szerint egy rezisztencia tulajdonság beépítése vad fajtól hagyományos nemesítési eljárásokkal akár 30-70 évig eltarthat, a gyorsított molekuláris technikák segítségével 7-10 évre lerövidíthető.

A világ egyre több termőterületén természetnek transzgenikus gyümölcsfajtákat. A technikák fejlődésével, mint a **ciszgénikus nemesítés áttörést jelenthet** a géntechnológiával előállított almafajták terjedésében.

### **Az önmeddőség molekuláris háttere**

Az alma teljes virágaiban mindkét ivartáj, a bibe és a porzók is megtalálhatók. A pollenszemek a virágon belül átkerülhetnek a bibére, azonban **az almafajták pollenadó hiányában nem adnak** elfogadható mennyiségű **termést**, ezért **önmeddőnek** tekinthetők. Az **önmeddőség** gametofitikus típusú, a termékenyülési viszonyokat egy **multiallélikus S lókuszt szabályozza**. Az azonos S allélokot hordozó fajták egymást kölcsönösen nem képesek megtermékenyíteni, így a gazdaságilag kielégítő terméshez különböző S allélt hordozó fajtákat kell telepíteni. Az S genotípusok ismerete nem csak az ültetvény megtervezéséhez szükséges, de segítséget nyújt a szülőpartnerek kiválasztásához a nemesítési programban.

**Transzgenikus technikával** létrehoztak **öntermékenyülő almafajtákat** az S- RN-áz kódozó gének megnyilvánulásának gátlásával, de természetben még nem engedélyezett. Molekuláris diagnosztikai módszerekkel gyorsan és megbízhatóan vizsgálható a Rosaceae családba tartozó gyümölcsfák termékenyülési viszonyai.

Jelenleg több mint 450 almafajta S-genotípusa ismert, az inkompatibilitási csoportok száma meghaladja a 60-at. Magyarországon 23 kárpát-medencei régi magyar fajta S-genotípusát írták le.

### **Nemesítési célok**

A XX. század közepéig az almanemesítés célja a termőképesség és minőség javítása volt. Később a biotikus rezisztencia kialakítása felé fordult a figyelem. A nagy egyedsűrűségű, magas beruházási költséggel létesült **intenzív ültevényekben** a kevesebb növényvédelmet igénylő, a környezeti adottságokhoz **jól alkalmazkodó alany és fajta a kívánatos**. A nemesítési **prioritás** jelenleg a **jó termőképesség és termésbiztonság, kiváló gyümölcsminőség, rezisztencia és könnyen kezelhető korona típus**.

### **Gyümölcsminőségi tulajdonságok javítása**

*(A biotikus rezisztencia kialakítását az előző fejezet részletezte.)*

Az **almaminőség** az egyes földrészek, országok piaci elvárásai szerint jelentősen különbözik, de a **friss fogyasztásra** szánt alma esetében az **íz, a húsállomány (ropogósság, húskeménység, lédúság)** valamint a szüret utáni **eltarthatóság** a legfőbb minőségi célkitűzés a nemesítés során.

A **gyümölcsméret** poligénikusan öröklődik, de a szülői hozzájárulás változó. Többségében a szülők átlagánál a hibrid populációban az egyedek 30-50 %-ának gyümölcsmérete még a kisebb gyümölcsű szülő méreténél is kisebb termést hoz. Így



a keresztezésekben érdemes egyik partnernek nagy gyümölcsűt választani, illetve az extra gyümölcsméretű egyedeket kiválogatni.

Az **alma alakja** igen változatos, a magasság nem igen haladja meg az átmérőt. A hibridek többsége a szülőkkel azonos alakkategóriába tartozik, annak ellenére, hogy poligénesen öröklődő tulajdonság, a szülők termés alakjának jó megválasztásával a hibridek gyümölcsalakja jól tervezhető.

Az alma **színeződését** elsősorban az alapszín, másodsorban a rajta kialakuló antocianinos színeződés (fedőszín) határozza meg. Az éretlen alma alapszíne sötétzöld, poligenikus bélyeg, az érés során bekövetkező változás, sárga és zöld alapszínek genetikai meghatározottsága egymástól független. A piros szín kialakulásáért felelős gének dominanciáját bizonyítja, hogy piros fajták keresztezése után az utódok között megjelennek a fedőszín nélküli egyedek is. A csíkozott és mosott fedőszín együtt is megjelenhet, a csíkozottság a domináns jelleg.

A gyümölcs **hússzín** a fehértől a halványsárgáig változhat, de lehet zöldesfehér vagy vörössel árnyalt. A vörös hússzín az antocianin egészségvédő hatása miatt fontos nemesítési céllá vált (2. ábra). A **felvágott alma oxidálódása** is fontos kérdés, mert növekszik a szeletelt gyümölcsök forgalma, a gyors barnulás nem kedvező. A barnulásra kevésbé hajlamos fajtákra az alacsony polifenoloxidáz aktivitás és tannin tartalom és általában magas aszkorbinsav tartalom jellemző.

A **húsállomány** szerepe egyre nő, komplex jellemző, kapcsolatban van az etilén termeléssel. Legalább két gén kontrollálja, egyik közeli kapcsoltságban van a varasodásrezisztencia génjéhez (*Vf*), így a rezisztens fajták magas hússzilárdsággal rendelkeznek.

Az almagyümölcs **savassága és cukortartalma** függetlenül öröklődik. A fajták három típusba sorolhatók: közepes sav- és cukortartalom, közepes sav- és magas cukortartalom, alacsony sav és közepes cukortartalom jellemző. Európában jelentősen változott a fogyasztók ízlése, a kevésbé savas gyümölcsök felé. Ázsiában a fogyasztók többsége szinte csak az édes almákat fogadja el.

A **C-vitamin tartalom** növelése régóta nemesítési cél. A legtöbb almafajta 5-10 mg/100g C-vitamint tartalmaz, de vannak már 25-50 mg/100g tartalmú fajták is, pld. a 'Topaz' vagy 'Golden Delicious'.

### Fenológiai tulajdonságok nemesítése

Az **érési idő** egy jól öröklődő poligenikus tulajdonság. Az utódok zömének érési ideje a két szülő érési ideje közötti időszakra esik. Korai fajták nemesítésekor célszerű a korai és jó termés minőségű középérésű fajták keresztezése.

A tavaszi fagykárok elkerülése érdekében kedvező lehet a nagyon kései virágzás. A legszerencsésebb, ha a fajták együtt virágoznak. A **virágzási idő** poligén tulajdonság. A

rügyfakadás és a virágzás ideje között szoros összefüggés van, ez is lehetőséget ad a szelekcióra.

A **növekedési erély** vizsgálata az utódgenerációban nagyon nehéz, mert számos körülmény befolyásolja, a szülőkkel sem lehet összehasonlítani az alany hatása miatt, a hibridekből fejlődő utódok saját gyökéren nőnek. Ma a kompakt növekedésnek van előnye az intenzív ültetvényekben, előtérbe került a **spur és az oszlopos** terméshozási típusra történő nemesítés.

Speciális nemesítési cél a **télállóság, téli fagyűrítés javítása** az északi termelő országokban. A hibrid egyedek hidegtűrését mesterséges fagyasztással lehet ellenőrizni. A késő tavaszi fagyokra való érzékenységben is van eltérés, de a szelekciója nehéz.

A **téli hidegigény** a mélynyugalom feloldáshoz szükséges. A melegebb éghajlatú termőterületeken az alacsony hidegigényre nemesítésben jelentős eredmények születtek.

A **partenokarpia** kevés fajtára jellemző, de fontos nemesítési céllá vált, amikor kiderült, hogy az intenzív termesztésben kívánatos oszlopos habitusú fajták hajlamosak az alternanciára.

### **Fajtatípusok a hazai termesztésben**

Az **almafajták pomológiai rendszerezése** a fajták közötti könnyebb eligazodást könnyíti meg. A természetes rendszerezés a fajták eredetére, rokonsági viszonyira épül, míg a mesterséges rendszerezés a gyümölcs tulajdonságait veszi alapul. *Tóth (2013)* a természetes és mesterséges rendszereket ötvözve közölte **pomológiai rendszerét**, ahol **az alakkörök, terméshozási típus, érési idő és felhasználhatóság alapján** alkotott kategóriákat. A rendszer bővíthető, pld. egy alapfaj rügymutációjával előállított új fajta könnyen besorolható. Nálunk a leginkább termesztett fajták a következő alakkörökbe sorolhatók: *Gala, Golden Delicious, Jonagold, Jonathan, Red Delicious*. A varasodásrezisztens fajtákat külön alakkörbe sorolta. **Érési idő szerint a nyári almák** a fán érik el fogyasztási érettségüket, normál hűtőtárolóban szeptember végéig tárolhatók. Az **őszi almák** azok a fajták, amelyek normál hűtés esetén szüret után 2-3 héttel elérik fogyasztási érettségüket. A **téli érésű fajták** a fogyasztási érettséget leghamarabb november közepén érik el normál hűtőtárolóban, hazánkban szeptember utolsó dekádjától október közepéig szedhetők.

Gyümölcs**felhasználhatóság szerint**

- friss étkezési,
- ipari,
- kettős hasznosságú,
- főző
- bornak való almafajták különíthetők el.

A **fajtalistában** elkülönített kategóriák:

- hazai nemesítésű fajták ('*Ceglédi piros*', '*Éva*', '*Jonathan M.41*')
- kárpát-medencei régi almafajták ('*Asztraháni piros*', '*Batul*', '*Húsvéti rozsmaring*')
- honosított fajták ('*Gala*', '*Idared*', '*Jonagored*', '*Pinova*')

- külföldi klubfajták ('Cripps Pink', 'Rubens')

A nemzetközi fajtahasználatban évről-évre nő a klubrendszerben termesztett fajták száma. A klubokban a nemesítés, faiskolai szaporítás, termesztés és értékesítés szerveződik egy fajta köré. A klubfajta kritériuma a karakteres gyümölcs. Európában mintegy 34 klubfajtát vontak termesztésben a világon eddig eltelepített ültetvény kb. 22000 hektár.

### **Ajánlott olvasmányok**

Hazai nemesítésű ellenálló almafajták hazai biotermesztésre <https://www.biokontroll.hu/hazai-nemesitesu-ellenallo-almafajtak-hazai-biotermesztesre-balogh-faiskola-kinalata/>

### **Források**

Tóth Magdolna (2013): Az alma, Magyarország Kultúrlórája, 77. 416p.

Tóth Magdolna(2019): REZISZTENCIAKUTATÁSOK A KÖRNYEZETKÍMÉLŐ ALMATERMESZTÉSÉRT, XXV. Növénynevelési Tudományos nap, 2019. március 6-7.

[1] <http://gyumolcsezet.kertk.szie.hu/sites/default/files/files/REZIALMAK.pdf>  
letöltés 2021. 01. 17.

### **Ellenőrző kérdések**

1. Foglalja össze az alma rezisztencianemesítés jelentőségét és lehetőségeit!
2. Foglalja össze a termésminőségre vonatkozó nemesítési célkitűzéseket az almafajták előállításánál!
3. Vonjon párhuzamot a zöldségnövények és a fás gyümölcstermő növények esetén alkalmazott nemesítési módszerek között!

### **Önálló feladat**

**Készítsen fajtaösszeállítást téli almafajtákból ültetvénytelepítéshez, választását indokolja meg!**