



NYÍREGYHÁZI EGYETEM
MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYI INTÉZET
NYÍREGYHÁZA



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**Az almahéj mikroszerkezetének alakulása az almatermés fejlődése során
különböző almafajták esetében a tárolhatóság tükrében**

Készítette: Molnár Beatrix

Konzulens: Dr. Tóth Csilla

NYÍREGYHÁZA

2021. NOVEMBER 22.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	3
1. CÉLKITŰZÉS.....	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
2.1. A vizsgálatba vont fajták fajtaleírásai.....	6
2.1.1. Florina	9
2.1.2. Idared.....	9
2.1.3. Golden	10
2.1.4. Jonagored.....	12
2.1.5. Topaz	12
2.1.6. Granny smith	13
2.2. Az alma termesztéstechnológiája.....	14
2.2.1. Éghajlati igény	14
2.2.2. Talajigény	14
2.2.3. Talajművelés.....	15
2.2.4. Trágyázás.....	16
2.2.5. Öntözés.....	17
2.2.5.1. Az almafák vízigényét meghatározó tényezők	17
2.3. Az almafajták tárolása	18
2.3.1. Egyszerű, száraz tárolás	18
2.3.2. Szabályozott légterű tárolás	18
2.3.3. Változatlan légterű tárolás	19
2.4. Tárolási körülmények.....	20
2.5. Tárolási veszteségek és betegségek	21
2.5.1. Élettani betegségek	22
2.5.2. Gombás betegségek	22
2.6. Az alma eltarthatóságát befolyásoló környezeti tényezők és agrotechnikai tényezők.....	23
2.6.1. Környezeti és termőhelyi tényezők	23
2.6.2. Termeszéstechnológia	24
2.7. Az almatermés jellemző mikroanatómiai jellemzői és azok tárolás alatti változása	26
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	29
3.1. A mintaterület bemutatása	29
3.2. A mintaterületen alkalmazott agrotechnika	29
3.3. Mikroanatómiai vizsgálatok	30
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK.....	32
4.1. Az almahéj jellemző mikroanatómiai paraméterek alakulása a vizsgált fajták esetében a betakarítás időpontjában.....	32
4.2. Az almahéj mikroszerkezetének alakulása az érés különböző fázisaiban az egyes almafajták esetében.....	39
5. ÖSSZEFOGLALÁS	47
IRODALOMJEGYZÉK.....	49

BEVEZETÉS

Az alma (*Malus × domestica* Borkh.) az egyik legkedveltebb és legnagyobb mennyiségben termesztett mérsékelt égövi gyümölcs a világon. Míg hazánkban az almatermesztés mennyiségét tekintve kisebb mértékű csökkenést, addig a világ almatermesztése mennyiség tekintetében az elmúlt tíz évben inkább növekvő tendenciát mutatott. A világ almatermesztésének jelentős hányadát Ázsia (61%) és Európa (23%) adja, Amerika (13%), Afrika (3%) valamint Óceánia (1%) kisebb mennyiséggel járul az összterméshez (FAO, 2011). Európában az EU adja a termés majdnem kétharmadát. Ezen belül az alma termésének 60%-át együtt három ország, Lengyelország (2,8 millió tonna), Olaszország (2,2 millió tonna) és Franciaország (2 millió tonna) biztosítja. Magyarország részaránya évenként kisebb-nagyobb eltéréssel 6–7% körül mozog.

Hazánk éghajlati adottságai kiválóan megfelelnek a minőségi almatermesztésnek. Az évi átlagos almatermés 500 ezer tonna körüli, ami az összes megtermelt gyümölcs 40%-át jelenti. Az egy főre eső alma fogyasztás 10–15 kg/év, az export 30–40 ezer, az import 15–20 ezer tonna körül mozog (KSH, 2011). A megtermesztett almának mindösszesen csak 20–30%-a étkezési alma. Ennek valószínűsíthető oka, hogy Magyarországon magas (30–40%) az előregedett ültetvények aránya, kis területeken találunk korszerű, intenzív ültetvényeket (APÁTI, 2010). Almatermesztésünkben a 'Jonathan', az 'Idared', a 'Golden Delicious' típusok és a 'Red Delicious' csoport fajtái a meghatározóak, mintegy 70–80%-ot tesznek ki. Az 1995 után létesített, korszerű, intenzív ültetvényekben azonban az ún. egyéb és rezisztens fajták aránya a jellemző (TÓTH, 2006).

Az almának is, mint minden gyümölcsnek megvan a saját szezonalitása. Köszönhetően azonban a hűtőházi tárolási rendszerek sikerességének, az almához az év minden napján hozzá lehet jutni. Az egyes almafajták érésbiológiai sajátosságai nagyban befolyásolják az eltarthatóság hosszát, ugyanakkor a hűtőházi tárolás sikerességét jelentősen meghatározzák a tenyészidő alatti ökológiai- és termesztéstechnikai körülmények is. Ezen tényezőkön túl azonban az almatermés felszínét borító kutikula (epikutikuláris wax) az, melynek tárolhatóságban betöltött szerepe nem elhanyagolható. Ez a növényi kutikula, mely a növények felszíni részeit borító hidrofób struktúra, élettani, biokémiai és növényvédelmi szempontból is nélkülözhetetlen és jelentős határfelület.

A kutikulának a növények szárazföldre történő kilépésétől kezdve kitüntetett szerepe van a száraz körülményekhez történő adaptációban, ezen túlmenően pedig a föld feletti részeket érő stresszek kivédésében, az azokra adott válaszokban. A kutikula jelenléte növényi képleteken,

szerveken, terméseken nagy kertészeti jelentőséggel bír. A kutikula terméseken egyrészt patogén kórokozókkal szembeni védőgátként funkcionál (rajta csak azok a patogének képesek átjutni, amelyek speciális, kutikulát bontó enzimek előállítására képesek). A terméseket borító kutikulának kiemelkedő szerepe van továbbá a termések egyébként szabályozatlan vízvesztésének, párologtatásának a meggátlásában is. A vízvesztésben nem elhanyagolható a termést határoló epidermiszen található lenticellák szerepe sem. A gyümölcsök felszínén az érés előrehaladtával relatíve kevés sztóma (gázcserenyílás) található, a felszínen található lenticellák ugyanakkor gázcserenyílásként szolgálnak az érett terméseken, lenticelláris transzspirációt okozva.

1. CÉLKITŰZÉS

Szüleim családi almatermesztő gazdálkodásában dolgozva rácsodálkoztam, hogy az azonos termesztési- és agrotechnikai körülmények között termesztett különböző almafajták a hosszú tárolási idő alatt eltérő módon viselkednek. Eltérő ütemben történik hús keménységük változása, eltérő ütemben lazulnak fel a szöveteik. A tárolási idő nyúlásával eltérő módon változik az ízük, csökken, vagy tűnik el a savasságuk. Nemcsak külsejükben, hanem érezhetően beltartalmi paramétereikben is változnak. Van amelyik jobban, van amelyik nem kifejezetten, van amelyik lassan, van amelyik gyorsabban. Kérdésként merült fel bennem, hogy mi az ami befolyásolhatja egyáltalán ezen változások bekövetkeztét. Kiseb keresőmunka után aztán rá kellett jöjjek, hogy a változások mértéke és iránya, noha nagyban múlik a termesztés során alkalmazott agrotechnikai eljárásoktól, a változásokban az almát kívülről határoló kutikularétegnek is jelentős szerepe van: a termések apadás oka a kutikulán keresztül történő vízvesztés, amit a kutikula összetétele és struktúrája nagy valószínűséggel befolyásolnak. Ugyanakkor kérdésként merült fel bennem, hogy vajon egyedül csak a kutikula az, ami szabályozhatja a vízvesztést?

A fenti gondolatok alapján fogalmazódtak meg a kutatásom célkitűzései. Céлом volt annak vizsgálata, hogy:

- milyen különbség tapasztalható az egyes almafajták almahéjának mikroszerkezetében,
- a tárolás során bekövetkező vízvesztés alakulását befolyásolhatja –e az almahéj mikroanatómiája Florina, Idared, Golden, Topaz, Jonagored, valamint Remo almafajták esetében,
- az egyes fajták esetében hogyan alakul az almahéj mikroszerkezete az almatermés különböző érési fázisaiban
- ismerve a vizsgált almafajták tárolhatóságára vonatkozó tapasztalatokat, a tárolhatóságban lehet-e szerepe az almahéjat kívülről határoló kutikulának, az alatta elhelyezkedő epidermisznek, hipodermának, illetve az epidermiszt átjáró lenticelláknak.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A vizsgálatba vont fajták fajtaleírásai

Az alma Magyarország legjelentősebb gyümölcse. Míg termesztési területe az ezredfordulón közel 40 ezer hektárnyi volt, napjainkban mindösszesen 25 000 ha (GONDA ÉS APÁTI, 2013) körüli az ültetvények összes területe. A legnagyobb almatermő terület az Észak-alföldi Régióban, és ezen belül Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében található (GONDA, 2004).

Almatermesztésünk az elmúlt években nagy szélsőségek (171 - 780 ezer tonna) között ingadozott (1. ábra). 2019-re a WAPA/Prognosfruit által prognosztizált termésmennyiség 452 ezer tonna volt. Ez az EU almatermesztésének évente 6-7%-át adta, a világ összes termésének pedig 0,9%-át (HARSÁNYI ET AL., 2005; RACSKÓ ÉS SZABÓ, 2004; SZABÓ ÉS RACSKÓ, 2004; RACSKÓ, 2005).

A KSH oldalán megtekintett adatok szerint a hazai termőterület az elmúlt években folyamatosan csökkent, 2015 és 2019 között 32.803 hektárról 30.974 hektárra, míg 2020-ban csak 25.973 hektáron termesztettek almát. Ezzel együtt a betakarított összes termés is, tonnában mérve egyre kevesebb. A fentebb említett időszakban 511.460-ról 498.330 tonnára apadt (INTERNET 5). 2020-ban ez a mennyiség tovább csökkent 398.700 tonnára. Eközben a felvásárlási átlagár alig változott, míg 2015-ben 40 forint – 2019-ben 47 Ft volt.

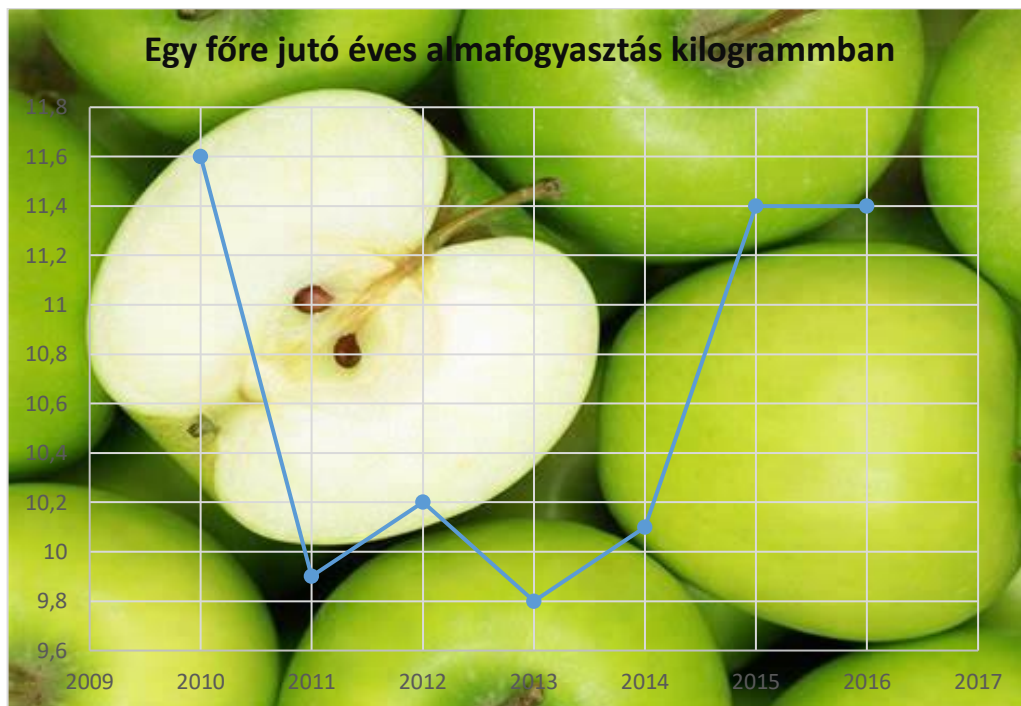


1. ábra: **Almatermesztés alakulása Magyarországon (1999-2020) (ezer tonna)**

Forrás: KSH adatok alapján saját szerkesztés

A megtermelt országos termés mindösszesen 1,5%-át friss almaként exportáljuk, 84,7%-át a feldolgozóipar vásárolja fel, 13,8 %-át hűtőházakban és átmeneti tárolókban tárolják (RACSKÓ ÉS SIPOS, 2004; RACSKÓ ÉS MAJOR, 2005).

Hazánkban az éves almafogyasztás az elmúlt években 9,8 és 10,6 kg között változott (2. ábra).



2. ábra: Az éves almafogyasztás alakulása Magyarországon (kg)

Forrás: KSH adatok alapján saját szerkesztés

A WAPA/Prognosfruit adatai szerint (3. ábra) az EU almatermésének fajtaösszetételét elemezve megállapítható, hogy a termesztésben a 'Fuji', a 'Gala', a 'Golden Delicious' és a 'Red Delicious' és az 'Idared' fajtakörök a meghatározóak. Az 'Idared' esetében azonban 50% körüli, jelentős (500-600 ezer tonnás) terméseszkkenés figyelhető meg a többéves átlaghoz képest. A 'Jonagold' fajtakörnél ('Jonagold', 'Jonagored', 'Red Jonaprince') is érzékelhető visszaesés.

A fentebbi fajtakörökből azok tárolhatósága alapján szeretnék néhány különböző almafajtát bemutatni.

x 1000 tons											
Variety	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	F2019	(1) (2)
Annurca	34	35	35	35	40	35	35	35	40	40	0 9
Boskoop	60	73	58	58	85	77	71	34	66	59	-12 3
Braeburn	289	324	264	302	323	327	318	220	312	294	-6 4
Bramley	95	91	59	70	83	84	85	75	72	55	-24 -29
Cortland	50	70	40	25	25	26					
Cox Orange	89	89	38	42	26	34	29	20	23	16	-30 -34
Cripps Pink	160	184	144	187	249	244	261	260	275	299	9 13
Elstar	362	453	353	346	431	399	387	265	357	355	-1 5
Fuji	251	261	212	311	321	338	288	290	332	339	2 12
Gala	989	1,137	1,111	1,204	1,318	1,382	1,312	1,271	1,467	1,467	0 9
Gloster	112	148	187	196	201	183	197	166	190	146	-23 -21
Golden Delicious	2,413	2,628	2,286	2,535	2,677	2,534	2,406	1,911	2,403	2,327	-3 4
Granny Smith	342	413	302	361	383	405	384	363	393	377	-4 -1
Idared	619	692	986	1,069	1,192	1,129	965	629	1,177	552	-53 -40
Jonagold	544	652	475	500	644	633	567	298	577	431	-25 -10
Jonagored	180	194	367	341	491	519	539	335	563	228	-60 -52
Jonathan	282	242	201	178	193	143	123	108	164	95	-42 -28
Lobo	60	100	50	30	30	31					
Morgendurf/impera	81	61	53	57	74	46	49	54	58	57	-2 6
Pinova	27	37	43	62	79	119	104	85	155	151	-3 31
Red Delicious	663	680	541	597	675	643	632	558	737	656	-11 2
Red Jonaprince	29	33	48	53	98	104	156	114	371	204	-45 -5
Reinette Grise du	101	108	73	121	126	134	108	83	142	129	-9 16
Shampion	257	327	423	457	494	513	522	416	569	466	-18 -7
Spartan	6	6	6	6	6	6	4	3	5	4	-22 -3
Stayman	18	17	12	18	14	14	14	8	7	6	-23 -41
Other new varietie	134	152	100	152	165	207	213	209	344	377	10 48
Other	1,495	1,541	1,377	1,358	1,808	1,713	1,735	1,192	2,127	1,229	-42 -27
Ligol			250	260	290	303	330	250	350	200	-43 -35
Total:	9,740	10,746	10,095	10,929	12,541	12,326	11,834	9,251	13,275	10,556	-20 -8

3. ábra: Az EU almatermése fajtánként (ezer tonna)

F2019: 2019. évi prognózis (termésbecslés); (1): Változás 2018-hoz képest (%); (2): Változás 2016-2018 átlagához képest(%)

Forrás: WAPA/Prognosfruit

A tárolhatóságot az érési idő és a tárolási veszteségekre való érzékenység befolyásolja, a korai érésű fajták rövidebb ideig tárolhatóak. A Golden delicious esetében tárolás során fonnyadás figyelhető meg.

Az almafajtákat többféleképpen csoportosíthatjuk, de többnyire a felhasználás, az érésidő és a színezettség alapján történő csoportosítást alkalmazzuk a gyakorlatban. Az érésidő szerint megkülönböztetünk nyári, őszi és téli almafajtákat.

A nyári almafajták betakarítása általában június végétől augusztus végéig tart, mivel ezeket a fajtákat frissfogyasztásra termesztjük. A fajták általában nem egyszerre érők, ezért betakarításuk csak több menetben lehetséges, ami termesztési szempontból nem előnyös.

Az őszi érésű fajtákat a nyári fajták kései szedésű változatainak tekinthetjük, amiket augusztus közepétől szeptember közepéig takaríthatunk be. Közös jellemzőjük, hogy csak

frissfogyasztásra alkalmasak, így a hosszabb idejű tárolást nem bírják. Néhány kivétellel szakaszosan teremnek, ezért több menetes betakarítást kívánnak.

A téli fajták onnan kapták a nevüket, hogy téli tárolásra termesztjük őket. Érésük, betakarításuk szeptember közepe után kezdődik, koncentrált érés jellemzi e fajtákat. A téli fajták közül jó néhány fogyasztása csak tárolás után javasolt, akkor éri el a megfelelő élvezeti értékét.

A téli almák legjelentősebb képviselői a Jonathan, az Idared, a Starking és a Golden delicious.

2.1.1. Florina

A Florina almafajta Franciaországból származik, a Jonathan alma varasodás-rezisztens hibridje. Igen kedvelt, versenyképes minőségű, jól tárolható asztali téli alma, de ipari feldolgozásra is nagyon alkalmas, így üzemi telepítésre is javasolható (INTERNET 1).

Gyümölcse tetszetős megjelenésű, középnagy (130-140 g), kissé szabálytalan, enyhén megnyúlt alakú, erősen hamvas. Húsa sárgásfehér, közepesen kemény, tömött, roppanó, lédús. Finoman illatos gyümölcse elsősorban édeskés, de a megfelelő savtartalom harmonikus ízt eredményez. Héjának sárgászöld alapszínét a gyümölcsfelület felén világospiros vagy élénk bíborvörös, mosott és csikozott fedőszín borítja, fehér paraszemölcsökkel (4. ábra, 1. táblázat).



4. ábra: **Florina**

Forrás: Saját felvétel

Kései érésű, Magyarországon szeptember végén - október elején szüretelhető. Csak jól megvilágított koronaszervezetben színeződik elfogadhatóan. Ha megfelelő színeződést érünk el, akkor gyümölcse frissen fogyasztva - vagy tárolás után - a legkedveltebb piros fajtákkal is versenyképes. Ezen túlmenően légnyártásra, főzésre, sütésre, kompótnak és cukrászati célokra is jól megfelel. Változatlan légterű tárolóban január végéig, szabályozott légterű tárolóban március végéig romlás nélkül tárolható. Fája kezdetben erős, majd közepes növekedésű, előbb szétterülő, majd lecsüngő ágrendszerű. Elágazási hajlama gyenge vagy közepes; főként a külső koronárészen - ott is a fiatalabb termőrészeken - terem, a belső részek felkopaszodásra hajlamosak. A középkorai virágzási csoportba tartozik (INTERNET 1).

Korán termőre fordul, főleg a fiatalabb részeken terem, közepes vagy jó termőképességű, de hajlamos a szakaszos terméshozásra és a szüret előtti hullásra. A szakaszos terméshozás a megfelelő metszési és ritkítási technológia hiányában - főként erősebb alanyon - jelentkezik. A varasodással szemben igen ellenálló, lisztharmatra közepesen fogékony - de csökkentett védekezést igényel -, míg a baktériumos ágelhalásra csak kissé érzékeny (INTERNET 1).

Kézi szedésre tervezett ültetvényekben - szakaszos terméshozásra való hajlama miatt - elsősorban a M.9-es vagy M.26-os alanyon való telepítése javasolt.

2.1.2. Idared

Az Amerikai Egyesült Államokban jött létre a Jonathan és a Wagener fajta keresztezésével 1926-ban, kereskedelmi forgalomba pedig 1942-ben került. Magyarországon Porpáczi Aladár telepítette először, de a vizsgálatok során a gyümölcsök színét kedvezőtlennek találták, ezért ezek a vizsgálatok leálltak (PETHŐ, 1984).

Az évek során Magyarországon az egyik legkedveltebb fajtává vált, mivel rendkívül jól tárolható, ezért fő funkciója a kései friss fogyasztási piac ellátása.

Gyümölcs középnagy, vagy nagyméretű, körülbelül 180-200 g, 70-80 mm, lapított, néha szabálytalan (5. ábra, 1. táblázat), ami időként problémát jelent a gépi osztályozásnál. Alapszíne világossárga, napos oldalán élénkpiros. Gyümölcsének minősége függ a termőhelyi és környezeti tényezőktől. Húsa fehéres, vajszerű, bővéű, kemény, roppanós, puhulásra nem hajlamos. Íze nem jellegzetes, de kellemes, harmonikus, nem túl savas.



5. ábra: **Idared**

Forrás: Saját felvétel

A nem megfelelően színeződött gyümölcsöknek sokszor a beltartalmi értékei is elmaradnak az elvárttól, ugyanakkor a korona külső részéről szüretelt, hosszú vesszőkön termett erősen színeződött gyümölcsök íze néha szintén kedvezőtlen, mivel a sok fény lehetővé teszi a gyors színeződést, amit nem követ megfelelő gyorsasággal a beltartalmi értékek változása, így az ilyen gyümölcsök sokszor túl korán betakarításra kerülnek (SOLTÉSZ, 1998).

Kezdetben erős vagy közép-erős növekedésű, mely a termőre fordulás után jelentősen mérséklődik. A korona kissé szétterülő, jól elágazódik. Virágainak nagy részét a hosszú vesszőin hozza. A korona folyamatos karbantartást, metszést igényel. Korán termőre fordul, bőtermő fajta. Középkorai, elhúzódó virágzás jellemző rá, fagyra nem kifejezetten érzékeny, ritkán szenved fagykárt. Az elhúzódó virágzás következtében érése is elhúzódó, többmenetes betakarítást igényel, mely jelentősen megnöveli a termesztés költségeit (PETHŐ, 1984).

A korona ritkításán túl a gyümölcsritkítást is igényli. Ilyen esetben termésbiztonsága jó, hullásra nem hajlamos.

A betegségek közül a tűzelhalásra nagyfokú érzékenységet mutat. A lisztharmatra szintén érzékeny, de a Jonathannál kevésbé. A nektrias rákosodásra és a varasodásra kis mértékben hajlamos, sebgyógyulási intenzitása jó. A tárolási betegségekre nem, de a nyomásra érzékeny, így óvatos tárolást igényel.

Sokoldalúan használható fajta. Legnagyobb előnye a kiváló tárolhatóság. Az októberi szüretet követően megfelelő körülmények között minőségét akár a nyári hónapokig is megőrzi, ugyanakkor friss fogyasztásra csak 3-4 hónapnyi tárolás után válik ideálissá. A friss fogyasztás mellett konyhai és élelmiszeripari célokra is felhasználható. A sűrítmény gyártás egyik főfajtája.

2.1.3. **Golden**

A 19. század végén az Egyesült Államokban a Grimes Golden almafajta szabad megporzású magoncaként keletkezett. Apai szülője valószínűleg a Golden Reinette. 1890-ben fedezte fel Anderson Mullins a családi farmján, a Nyugat-virginiai Clay megyében. A szaporítási jogok 1914-ben kerültek a Stark fivérek faiskolájához, a fajta ma ismert nevét már ők adták neki, korábban Mullin's Yellow néven volt ismert a környéken. Kereskedelmi forgalomba 1916-ban került (TÓTH, 2013).

Évtizedekig a Red Delicious fajtakör után a második helyet foglalta el, az utóbbi években azonban a világ egyik legelterjedtebb fajtája volt. A fajta bármilyen alanyon, bármilyen koronaformára nevelhető. Az ökológiai viszonyokhoz jól alkalmazkodik, Magyarországon bárhol termesztendő, de jó minőséget csak optimális termőhelyi körülmények között produkál, ilyenek a kiegyenlített klíma, üde, laza és humuszban gazdag talaj.

Önmeddősége miatt porzófajtákat igényel. Alkalmas fajták például a Braeburn, az Elstar, a Fiesta, a Gala, a Cox, az Orange, a Renette, a Jonathan, vagy az Idared. (6. ábra, 1. táblázat)

Mérete középnagy vagy nagy, tömege 140-180 g. Alakja általában gömbölyded, esetleg enyhén megnyúlt, alakjának változatossága évjárat- és termőhelyfüggő. Héja vékony, sérülékeny, az érés kezdetén zöldes, később sárga, viaszréteg nem borítja. Húsa sárgás, édeskés, kellemes ízű, harmonikus, aromás és illatos, a fogyasztói igényeket zölden és sárgán szüretelve is kielégíti.

1. táblázat: **A vizsgált almafajták főbb jellemzői** (Forrás: Újfehértói Gyümölcstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Kht.)

Fajta	Virágzási idő	Szedési idő	Gyümölcstömeg (g)	Átmérő átlag (mm)	Fedőszín borítottság (%)	Tárolhatóság	Tárolhatóság időtartama (hó)	Felhasználás	Tárolhatóságra vonatkozó személyes tapasztalatok
Florina	középkorai	október eleje	140-180	65-85	50-70	január-március	3-5	asztali és ipari	Márciusig tárolható, magházpenészedés
Remo	középkorai	szeptember eleje	130-160	70-80	50-70	januárig	4	ipari	Moniliás rothadás
Idared	középkorai	október eleje	180-200	85-95	80-90	május (VL)-június (SZL)	7-8	asztali és ipari	Hosszú ideig tárolható, húsa lassan puhul
Golden	középkorai	szeptember vége - október eleje	140-180	65-85	-	február (VL)-április (SZL)	6	asztali és ipari	Tárolás alatt fonnyadásra hajlamos, keserűfoltosodás
Topaz	középkorai	szeptember vége – október eleje	130-160	60-80	50-75	április	6	asztali	Héjbarnulás, puhulás
Jonagored		szeptember vége – október eleje	230-250g	95-115	50-70	március	3-5	asztali	Húsbarnulás, stippesedés



6. ábra: **Golden**

Forrás: Saját felvétel

Túl elővigyázatlan szüret esetén a gyümölcsök sérülékenyebbek, romlik a tárolhatóságuk, ennek ellenére tárolhatóságuk kimagaslóan jó.

Középerős növekedésű, erős központi tengelyű, jól elágazó korona jellemző rá, de a vezér dominanciáját mindvégig megtartja. Virágait a hosszú vesszők oldalrügyeiben fejleszti. Termőrügyeit részben a két, vagy többéves termőalapokon levő rövid termővesszők végén, részben a hosszú termővesszők oldalán, vagy végén fejleszti (SOLTÉSZ, 1998).

A háromévesnél idősebb termőrészeket metszéskor cserélni kell. Fája ideálisan alakítható, a legtöbb koronaforma könnyen nevelhető belőle. A szakaszos terméshezás elkerülése érdekében gyümölcsritkításra lehet szükség. Korán termőre fordul, termőképessége bátran nevezhető rendkívülinek.

Termékenyülő és termékenyítő képessége kiváló, túlkötődésre hajlamos.

A *Golden Delicious* éghajlati és talajigénye nem különleges, az ún. kozmopolita fajták közé tartozik. Fája kevésbé fagyérzékeny, virágai a késő tavaszi fagyoktól ritkán károsodnak. Lisztharmatra egyáltalán nem fogékony, s gyümölcshullásra sem hajlamos. Veturalis varasodásra és baktériumos ágelhalásra fogékony, a gyümölcsök nyomódásra s tárolás során apadásra hajlamosak (SOLTÉSZ M., 1998).

2.1.4. *Jonagored*

A Jonagored a Jonagold mutánsa. Gyümölcse középnagy és a nagy kategóriába sorolható be, körülbelül 220-250 g. Színe igen különleges, mivel gömbölyded, kiegyenlített alig bordázott alakját sárga alapszín és 85-90%-ban élénkpiros fedőszín borítja (7. ábra, 1. táblázat). A gyümölcs húsa világossárga, bővű és édeskés, fűszeres Jonathan illattal, aminek középvastag héját erős viaszréteg fedi.



7. ábra: **Jonagored**

Forrás: Saját felvétel

Fája erős növekedésű, igen nagyon korán termőre fordul és nagyon bőven terem. Érési ideje szeptember vége és október eleje. Porzása más fajtákkal történik, többnyire az Elstar, a Gala, a Granny Smith, a Jonathan, a Gloster, az Idared fajtákkal (INTERNET 2). Tárolása kevésbé jó, viszonylag szállításra tökéletes almafajta.

2.1.5. *Topaz*

A 'Topaz' egy Csehországban előállított, varasodással és lisztharmattal szemben rezisztens, jól tárolható téli almafajta. Szülőfajtái a 'Rubin' és a 'Vanda' (PETHŐ, 1984). Elsősorban asztali almának javasolható. Termesztésével minimális mennyiségű vegyszer felhasználása válik lehetővé.

Gyümölcse középnagy méretű, alakja pogácsaszerűen lapított gömb alakú (8. ábra, 1. táblázat). Héja sima, sárgás alapszínű, melyet mosott, ill. csíkozott narancsvörös fedőszín borít az alma felületének 60-100%-án (ez az arány a szedés idejére alakul ki). Héja a kocsánymélyedés körül enyhén parás.



8. ábra: **Topáz**

Forrás: Saját felvétel

Gyümölcshúsa sárgás színű, roppanó, finom szövetű, igen bőlevű. Íze intenzíven fűszeres, édeskés; szedéskor még kissé savanykás, de a tároláskor kiegyensúlyozott ízvilágúvá válik.

Érés ideje október elejétől, ill. közepétől kezdődik. Jelentős C-vitamin-forrás. Normál tárolóban januárig, (szabályozott légterű) hűtőtárolóban egészen március-áprilisig eltartható. Fája középerős növekedésű, elágazódási hajlama jó. Korán termőre fordul, rendszeresen és bőven terem. A késő tavaszi fagyokra azonban érzékeny.

A venturiás varasodással szemben rezisztens és a lisztharmatra is csak alig fogékony. A tűzelhalással szembeni érzékenysége még nem tisztázott (INTERNET 3).

Porzófajtái a vírusrezisztens fajták (Rubinola, Rajka), valamint az Idared, a Golden klónok és a Gála klónjai (INTERNET 3).

2.1.6. Granny Smith

A fajtát 1986-ban fedezték fel Ausztráliában, valószínűleg a 'Frenc Crab' és a 'Rome Beauty' fajták kereszteződéséeként, aminek nagyobb arányú termesztése csak a 20. század második felében indult meg. Ausztrália fő fajtájának tekinthetjük, az elhúzódo tenyészideje miatt Magyarországon csak melegebb fekvésű területeken érdemes termesztetni, mivel meleg, napfényes fekvést kedveli. Az őszi esőzések és fagyok késleltetik a beérését.

Küllemi tulajdonságait részletezve gyümölcse középnagy vagy nagy méretű, alakja csonkakúp vagy kerekded, átlagos tömege 156 g körüli. Héja teljes érettségben zöld színű, viaszos, de fényes bevonatú, amiken nagy, fehér paraszemölcsök találhatók. Húsa fehér színű, tömör, szilárd, lédús; íze frissítő, mérsékelten savanykás, zamata diszkrét (INTERNET 4).

A Golden Delicious után 4-6 héttel érik be, így érési ideje október végére, illetve november elejére tehető. Termőképessége kezdetben rendszeres és bőséges, mely később közepessé mérséklődik. Tárolhatóságát tekintve hosszú ideig tárolható, megfelelő tárolási körülmények között decembertől egészen júniusig fogyasztható.

Fája erős növekedésű, sűrű ágrendszerű, de a túlzott metszést nem szereti. Termőhely iránt igényes. Gombás betegségek közül varasodásra kevésbé, lisztharmatra kissé érzékeny.



9. ábra: **Granny Smith**

Forrás: Saját felvétel

2.2. Az alma termesztéstechnológiája

A termesztéstechnológia komplex hatást fejthet ki a termés minőségére, egészen onnan kezdve, hogy nem ugyanolyan minőségű gyümölcs terem a füvesített sorközös gyümölcsösökben, mint az ugaros gyümölcsösökben. Nagyon fontos továbbá az ültetvényekben a tápanyag-gazdálkodás. Legdöntőbb a harmonikus trágyázás, a tápelemek kiegyensúlyozott ellátottsága. A nagy adagú nitrogén-műtrágyázással nagyobb almák teremnek, ezért a sejtjeik lazábbak lesznek, a betegségek hamarabb megtámadják. A kisebb gyümölcs jobb tárolhatósága bizonyított tény. A túlzottan nagy gyümölcs tárolhatósága viszont kedvezőtlenebb (GONDA ÉS FÜLEP, 2011).

2.2.1. Éghajlati igény

Az alma termesztetőségének rendkívül széles földrajzi elterjedési területe van, ezért az almafajták tág határok között mozgó éghajlati tűrőképességgel rendelkeznek. Az ideális hőmérséklet $+41\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig tart, mert a fajták hidegigénye és fagyűrő képessége nagymértékben eltér.

Az alma a mérsékelt hűvös, csapadékos és nem túl hideg telű klímaadottságokat részesíti előnyben, ahol a vegetációs időszakban az átlaghőmérséklet $15\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ között mozog. Optimális az almatermesztés számára a mérsékelt égöv középső területsávja. Bár hazánk földrajzi elhelyezkedése megfelel a követelménynek, kontinentális éghajlati adottságaink több vonatkozásban kedvezőtlenek. A kemény, hideg teleken és a forró, aszályos nyarakon gyakran szenvednek az almafák. A hosszan tartó $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékleteken télen gyakoriak a maradandó fagykárosodások a rügyekben és a szállítóedény-nyalábokban. A napfényes órák száma kedvező, a vegetációs időszakot tekintve csak a hosszú tenyészidejű almafajták termesztése esetén adódhatnak problémák. Éghajlati övezetünknek megfelelően az almatermesztés $700\text{--}800\text{ mm}$ egyenletes elosztású csapadékot igényelne. Átlagosan $200\text{--}250\text{ mm}$ pótlólagos vízutánpótlás szükséges hazánkban, főleg nyári hónapokban. Az aszályos időjárás – különösen a légköri aszály – befolyásolja a nagy termés és a jó gyümölcsminőség elérését.

2.2.2. Talajigény

Az alma igen változatos talajadottságok mellett termesztető eredményesen, mert a talajjal szemben nagyfokú toleranciát mutat. A kiváló víz- és levegőgazdálkodású, gyengén savanyú és közömbös kémhatású, kedvező humusz- és tápanyagtartalommal rendelkező vályogos kötöttségű talajok a legkedvezőbbek. A $6,0\text{--}6,5\text{ pH}$ -értékű erdei talajok mellett a közömbös

körüli kémhatással rendelkező talajok, mint a homokos vályog, vályog kötöttségű mezősségi, öntés- és lösztalajok is kedvezőek az almaültetvények létesítésére (CSIHON ÉS GONDA, 2020). A jó levegőzőtség az almaültetvények talajának nagyon fontos követelménye, mert az alma hajszálgököreinek oxigénigénye magas. Az almaültetvények talajának termőrétegének minimálisan el kell érnie az 50–70 cm-t, de legkedvezőbb a 100–150 cm mélységig rendelkezésre álló termőtalaj. A sülevényes homok és kavicsos talajok almatermesztésre nem alkalmasak.

2.2.3. Talajművelés

A talajművelés elsődleges céljának tekinthető, hogy jó víz-, tápanyag-, levegőgazdálkodású, lehetőleg morzsalékos talaj álljon rendelkezésre a gyümölcsösnek. Mivel az almafák gyökérzete a művelésben egyáltalán nem, vagy csak a minimális mértékben fejlődik zavartalanul, ezért a gyenge növekedésű alanyokon álló intenzív almaültetvényekben a gyökérzet zöme a 0–40 cm-es felső talajrétegben helyezkedik el. Az öntözés, a vegyszeres gyomirtás, a sekély talajművelés és a sorközök füvesítése elősegíti a gyökerek felszínhez közeli elhelyezkedését, azok kedvező életfeltételeit (SOLTÉSZ, 1998). Kedvező talajnedvesség esetén a korona alatti területeken a gyökérzet majdnem a talaj felszínéig megőrzi aktivitását.

A talajművelést az ideje szerint végezhetjük nyugalmi állapotban és vegetációs időszakban is, ezek lehetnek kézi, illetve gépi művelőeszközök. Nyugalmi állapotban történő talajművelés során általában a sorokat ássuk, a sorközöket géppel műveljük. Üzemi méretű gyümölcsösökben tavasszal fogasolunk, ősszel szántunk, 4-5 évente mélylazítást végzünk 50-60 cm-es mélységben, aminek hatására javul a talaj vízgazdálkodása és vízbefogadó képessége. Vegetációs időszakban történő talajművelés feladata a gyomtalanítás, a műtrágyaféleségek bedolgozása, lazítás, porhanyítás, ennek eszköze kézi művelésnél a kapa. A sorközművelés eszköze lehet kis területen a kapa, illetve a rotációs kapa, üzemi méretű gyümölcsösben a sorközöket tárcsázzuk, kultivátorozzuk, a fasorok alatti részt oldalazó tárcsával műveljük. Homoktalajon használhatjuk a talajmarót is.

A mechanikai vagy feketeugaros talajművelés az öntözetlen és a homoktalajú almaültetvényekben még ma is az egyik legelterjedtebb talajművelési mód, mivel a gyomnövények konkurenciájának megszüntetésével a talaj nedvességtartalmának megtartását segíti elő.

Az integrált almatermesztés követelményeinek legjobban a sorközök füvesítése felel meg (SOLTÉSZ, 1998). Ez a környezetkímélő talajművelési forma biztosítja a talaj kedvező szervesanyag-ellátását, levegőzőségét, a tápanyagok körforgását, sok hasznos élőlény

életfeltételeit és az ültetvények állandó művelhetőségét. Füvesített ültetvényekben legalább 150-300 mm többletvízigénnyel kell számolni, ezért javasolt csepegtető öntöző berendezést kialakítani. A sorközök füvesítéséhez célszerű legalább 3-4 fűfajból álló keveréket használni, aminek fő komponensei hazánkban a vörös csenkesz és a réti perje. A füvesítés a többletvízigény mellett az első 3-4. évben 40-60 kg N/ha többlet- nitrogén trágyát is igényel.

Az öntözés nélküli vagy a csepegtető öntözőberendezéssel ellátott almaültetvényekben a természetes gyomvegetáció felhasználásával kialakítható a sorközök takarónövényes művelési rendszere. Az adott ökológiai és talajadottságoknak megfelelő egy- és kétszikű gyomnövényekből a sorközökben olyan növény-takaró alakulhat ki, amely tűri a gyakori kaszálást, elviseli a nyári száraz periódusokat, és a röviden tartás következtében mérsékelt a vízfogyasztása (PETHŐ, 1984). A természetes gyomvegetációból kialakított növénytakaró nem biztosít egyenletes növényfedettséget, de még így is a füvesítés számos előnyével rendelkezik.

A fasávok talajtakarása is megfelelő talajművelési forma, amely leginkább integrált almaültetvényekben kedvelt. Ebben az esetben a 10-15 cm vastagságú, 60-100 cm szélességű szalmatakarás ideális körülményeket teremt a gyökérzet tevékenységéhez. Fiatal almaültetvényekben alkalmazható a fasávok fekete fóliás talajtakarása is. Rendszerint a fasávok 60-80 cm-es területét takarják 0,08-0,12 mm vastagságú fekete fóliával, amely 2-5 évig biztosíthatja a talaj védettségét (SOLTÉSZ, 1998). Kiskertekben lehetséges még az almafák kör alakú, egyedi talajtakarása is fóliával.

2.2.4. Trágyázás

Az almaültetvények tápanyagellátásának fő feladata elősegíteni a termőképesség hasznosítását. Minél nagyobb a hasznos termőfelület, és ennek megfelelően minél intenzívebb egy almaültetvény, annál inkább az optimálist megközelítő tápanyagellátásra kell törekedni. Az agrotechnikai beavatkozások közül az ültetvények tápanyagellátását a talajművelés módja és az öntözés alapvetően befolyásolja. A fák tápanyagellátásának nemcsak a magas terméshozamok elérésében van szerepe, hanem a jó gyümölcsminőség és tárolhatóság biztosításában is.

A törpe alanyú, intenzív almaültetvények tápanyag- és vízigényesebbek. A sűrű ültetvényekben a fák viszonylag csekély felvevőgyökér-sűrűsége és a gyökerek által behálózott kis talajtömeg az oka, hogy ezek az ültetvények érzékenyek a hiányos tápanyag- és vízellátásra (Soltész, 1998).

Az almafák a tápanyagokat közepesen hasznosító növények csoportjába sorolhatók. Az almaültetvények a főtermékkel, a gyümölccsel viszonylag csekély ásványtápelem-mennyiségeket vonnak ki.

Az ültetvények kedvező foszfor-, kálium-, kalcium- és magnézium-alapellátottságát az almafák gyökérzete számára fontos 0–60 cm-es tartalékoló trágyázással teremthetjük meg. Kedvező talajtermékenység esetén a tartalékoló trágyázásnál viszonylag szerény a műtrágya- és talajjavítóanyag-szükséglet, különösen nagy adagú szervesztrágyázás esetén.

Éppen ezért nem indokolt hektáronként több mint 300-500 kg P_2O_5 , 600-1000 kg K_2O , 10-12 t $CaCO_3$ és 2-4 t dolomitörlemény felhasználása a tartalékoló trágyázás alkalmával még akkor sem, ha a talajvizsgálatok alapján ennél többet kellene kijuttatni (SOLTÉSZ, 1998). Feltétlenül szükségesnek tekinthető az 50-100 t/ha mennyiségű szerves trágya használatát telepítés előtt, talajtípustól függetlenül.

Az almaültetvények évi fenntartó trágyázásánál kedvező talajtermékenység és tartalékoló trágyázás mellett viszonylag szerény a műtrágyahasználat. A fenntartó trágyázást talaj-és levél analízisre alapozzuk elsősorban, azonban a gyümölcsök tápelemtartalmát és azok arányát is javasolják figyelembe venni.

Fenntartó trágyázás alkalmazásánál az egy tonna gyümölcs és a hozzá tartozó fanövedék kineveléséhez szükséges tápanyagmennyiséget vesszük alapul, így a trágyaadagot a talaj tulajdonságai és a levelek tápelemtartalma figyelembevételével számoljuk ki.

2.2.5. Öntözés

Az alma integrált termesztésében fontos feladat az öntözés. A kis növekedési erélyű alanyok alkalmazásának terjedésével az öntözés nélkülözhetetlenné vált, még jó vízgazdálkodású talajokon is. A hagyományos módszereknél jóval nagyobb befektetési kockázatot a szakszerűen végzett öntözéssel tudjuk csökkenteni.

A fák gyökérzete csak 0,8-1,2 m vastag talajréteget sző be, amelynek vízkészlete száraz, aszályos időjárás esetén gyorsan elfogy. A szükséges vízpótlás mellett terjed a tápanyagok oldat formában történő kijuttatása is, ami gazdaságosan, a fák tápanyagigényét figyelembe véve, csak az öntözőrendszeren keresztül lehetséges. Az öntözés az alma integrált termesztésében a vízpótlás és a tápanyagellátás eszköze.

2.2.5.1. Az almafák vízigényét meghatározó tényezők

Ha az almaültetvényt, vagy egyes egyedeit vízgazdálkodási szempontból vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy elsősorban a vízellátottsággal szembeni érzékenység, ezzel együtt a vízstressz okozta termés kiesés nagymértékben növekedhet (PAPP J., 2003). Ebből következik, hogy a beállt állomány esetében az öntözési időnyben az optimális vízellátáshoz szükséges öntözővíz mennyisége is nagyobb, mint a hagyományos ültetvények esetében.

A meteorológiai tényezőkön belül meghatározó a napi középhőmérséklet, a levegő relatív páratartalma, a szélsébség, a napsütéses órák száma és a besugárzás erőssége. A főbb almatermesztő körzetek hazánkban olyan területeken találhatók, ahol az ariditási index $\geq 1,5$ (I. körzet), illetve 1,3–1,5 közötti (II. körzet), tehát az aszály kialakulásának nagy a valószínűsége, ez pedig jelentősen növeli a termesztés kockázatát.

2.3. Az almafajták tárolása

A leszedett, válogatott, osztályozott almát tárolásra alkalmas helyiségekben tartjuk el értékesítésig. Kisebb mennyiségű almát termelőüzemben is tárolhatunk, erre a célra épített tárolókban. Nagyobb mennyiségű almát hűtőházban tárolunk. Jól szellőzőt, hűvös helyiségben az alma utóérik, néhány hétig jó állapotban eltartható.

A gyümölcs tárolhatóságát a tárolás módja nagyban befolyásolja. Különböző tárolási eljárásokat alkalmazunk. Ezek közül a legismertebbek az ún. egyszerű vagy száraz tárolás, a változatlan légterű (VL), a szabályozott légterű (SZL) és a legmodernebbnek számító ún. ULO tárolás. Az ún. ULO tárolás a szabályozott légterű tárolásnak az a formája, amikor a helyiség oxigéntartalmát nagyon alacsony (pl. 0,1%) értéken tartják. Így radikálisan csökkennek a lebomlási folyamatok, és pl. alma esetében 9–10 hónapig is tárolhatunk (GONDA ÉS VASZILY, 2014; SASS, 1986; SASS, 1997).

2.3.1. Egyszerű, száraz tárolás

Az egyszerű, száraz vagy normál tárolás a tárolás legkevésbé hatékony megoldása. Ide tartoznak a pincék, a padlások, vermek, illetve az olyan épületek, amelyekbe hűtés céljából nem építettek gépeket. Ezekben az épületekben nem, vagy csak körülményesen szabályozható a hőmérséklet, a páratartalom és a légcseré. Általában 4–8°C-nál alig megy lejjebb a hőmérséklet (vagy éppen ellenkezőleg –3 - –4°C is kialakulhat, amely már a betárolt gyümölcs megfagyásával jár). A relatív páratartalom sem szabályozható: vagy túl nagy (90%-on felüli – ez főleg a nedves pincékre jellemző), vagy túl kicsi (60–70%-os, főleg a földfelszín feletti helyiségekben).

2.3.2. Szabályozott légterű tárolás

Minden termelő arra törekszik, hogy a kínálatát a keresleti időszakra tegye át, így nagyobb költséggel előállított, szép, darabos, áru értékének realizálásához okvetlenül szükség van legalább hűtött tárolókamrákra. A versenyben kedvezőbb pozíció érhető el a szabályozott légterű (SZL) tárolással, és a szabályozott légterű technológián belül is vannak fejlettebb

megoldások, például az OSZL, oxigénszegény légtér, amelyek alkalmazásával akár a következő almaszüretig is kitolható az értékesítés (SASS, 2003).

A szabályozott légterű (SZL) tárolás lényege a gyümölcs légzésének lassításán alapszik. Kidd és West angol kutatók jöttek rá először (az 1920-as években), hogy ha a tároló levegőjének összetételét – az O_2 - CO_2 arányt – megváltoztatják, ugyanolyan hűtési és páratartalmi viszonyok mellett is sokkal kisebb tárolási veszteség keletkezik. Csökken a tömegveszteség, kevesebb az élettani és a gombás betegségek következtében keletkező romlás, a gyümölcs keménysége és a beltartalmi anyagok aránya kitároláskor kedvezőbb marad. (Az almafajták esetében átlagosan 3% O_2 és 3% CO_2 az optimális arány). Az SZL tárolók alma esetében 6–8 hónapos tárolást biztosítanak (SASS, 1986).

Építhetünk földbe süllyesztett tárolót, ahol magasabb a talajvíz, a tárolót a föld színére építjük. A tárolón egészen kisméretű ablakot hagyjunk, mert ha nagyon világos a helyiség, az alma érését sietteti, s így rövidebb ideig tárolhatók.

A tároló oldalfalaiban a föld szintjén elzárható szellőztető nyílásokat készítsünk, az épület közepére pedig olyan elzárható szellőzőnyílást, amely a mennyezettől lefelé a helyiség középmagasságáig ér le. A helyiség bejárata ne nyíljon közvetlenül a szabadba, elé előcsarnokot építünk (PETHŐ, 1984).

A téli alma tárolására egyenletes hőmérséklet $+2-3\text{ }^\circ\text{C}$ -os és 80-85% relatív páratartalmú levegőjű helyiség a legalkalmasabb. Ha a páratartalom alacsonyabb, akkor a gyümölcs súlyvesztesége nagy lesz, és később ráncosodik, fonnyad. Ellenkező esetben viszont pára csapódik a gyümölcsre, ami penészedést és romlást okoz (PETHŐ, 1984). Ha a helyiség levegőjének páratartalma alacsony, akkor a padozat locsolásával növelhetjük.

A helyiséget évente fertőtlenítsük, legkésőbb a tárolás megkezdése előtt 2%-os meszes rézgáliccal. A tároláshoz használt hűtőházi ládákat is fertőtlenítsük, forró vízzel súroljuk ki és 2%-os rézgalic-oldattal permetezzük be. A ládákat nem közvetlenül a padozatra tegyük, hanem a gerendákra rakjuk 6-8-at egymás fölé.

Tárolás során állandóan ellenőrizzük a páratartalmat, a hőmérsékletet és a gyümölcsöt is. Ha a tárolóhelyiség páratartalmát, hőmérsékletét szellőztetéssel, öntözéssel az előírásoknak megfelelően szabályozzuk és a helyiséget sötétítjük, akkor lassítjuk a gyümölcs természetes érési folyamatát és így hosszabb ideig tárolhatjuk az almát.

2.3.3. Változatlan légterű tárolás

A változatlan légterű (VL) tárolókban a hőmérséklet és a relatív páratartalom a gyümölcsfaj igénye szerint szabályozható. A termen belüli légcsere is kívánság szerint állítható. A

szabályozott légterű tárolókhoz viszonyítva lényegesen rövidebb idejű tárolást tesz lehetővé (SASS P, 1987).

2.4. Tárolási körülmények

Tárolási körülmények alatt az előhűtést, a lehűtési gyorsaságot, a tárolási hőmérsékletet, a relatív páratartalmat, a termen belüli légcserét, a CO₂- és O₂ -tartalmat, az előosztályozást, a viaszolást, illetve a vegyszeres kezeléseket, a tárolás hosszát és a tárolás alatti ellenőrzést értjük.

Tároláskor arra kell törekednünk, hogy a bevitt és a légzés során keletkező nagy hőmennyiséget minél előbb kivonjuk, hogy az anyagcsere-folyamatokat minél gyorsabban a minimálisra csökkentsük (GONDA ÉS VASZILY, 2014).

Előhűtés: Az anyagcsere-folyamatok csökkentésének meggyorsítása végett betárolás előtt a tárolótermet előhűtjük. Az a legelőnyösebb, ha az előhűtött tér hőmérséklete olyan, mint a tárolási véghőmérséklet.

Lehűtési gyorsaság: A lehűtési gyorsaság azt jelenti, hogy a betárolt gyümölcsöt milyen gyorsan hűtjük, azaz milyen gyorsan (hány nap alatt) érjük el a tárolási véghőmérsékletet. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a gyümölcsfajták nem egyformán érzékenyek a lehűtés gyorsaságára. Ha azt akarjuk, hogy a gyümölcs a lehető leggyorsabban lehűljön, alkalmazhatjuk például az ún. vizes előhűtést, amely azon a fizikai törvényszerűségekre alapszik, hogy a hideg víz hőelvonása legalább 3–4-szer gyorsabb, mint a hideg levegőé. Az eljárás zuhanyszerűen, árasztásos áramoltatással, permetezéssel vagy bemeztetéssel vihető véghez. Leggyakrabban a körte, az őszibarack vagy egyéb csonthéjasok előhűtésére használják.

Tárolási hőmérséklet: A tárolási körülmények között ez az egyik legfontosabb tényező. A gyümölcs hőmennyiség-fejlesztésének nagysága az élettani folyamatok gyorsaságától is függ. Kézenfekvő tehát arra törekedni, hogy minél kisebb tárolási hőmérséklet kialakításával minél jobban akadályozzuk meg a lebontási (élettani) folyamatokat. Bármennyire logikus is lenne, mégsem hűthetünk bizonyos hőmérsékleti érték alá, mert a gyümölcs sejtnedve megfagyhat. A helyes tárolás technológiájának kialakításához ismernünk kell tehát az egyes fajok és fajták fagyáspontját.

Relatív páratartalom: Az adott levegő abszolút nedvességtartalma azonos hőmérsékletű és nyomású telített levegő abszolút nedvességtartalmához viszonyítva. Ezt az értéket %-ban fejezzük ki. Kis páratartalmú levegőben kiszáradnak a göngyölegek, és a nedvességtartalmat a tárolt gyümölcsből veszik el. Vigyázni kell azonban arra is, hogy ne legyen túl nagy a páratartalom, mert ilyen közegben a betegségek nagyobb százalékban léphetnek fel.

Termen belüli légcsere: A tárolótermekben illóanyagok (pl. etilén), idegen szagok (motorolaj, ammónia, propángáz stb.) és egyéb légszennyeződést okozó anyagok halmozódnak fel. Ezért a bizonyos időközönkénti légcsere elengedhetetlenül fontos. A légkeringés mértéke az óránkénti légcserek száma, amely hűtőtárolókban tartós tárolás esetén 2–5 lehet.

Tárolás előtti vegyszeres kezelések: A leggyakoribb vegyszerfelhasználási cél az élettani (pl. héjbarnulások, húsbarnulások) és a gombás (*Botrytis*, *Gloeosporium*, *Alternaria*, *Monilia* stb.) betegségek csökkentése.

Viaszolás: A viaszolás történhet az áru tetszetősségének javítása érdekében (ún. fényesítő viaszolás), vagy a gyümölcs tárolhatóságának javítására is (vízálló viasszal borítás).

Előosztályozás: Célja kettős lehet: egyrészt a hibás, betegségre hajlamos, méreten aluli gyümölcs kiszűrése, mielőtt az a tárolóba jutna, ezzel jobb tárolótér-kihasználás elérése, másrészt a nagyobb, rendszerint érettebb gyümölcs elkülönítése megfelelő tárolási paraméterek megvalósítása céljából.

A légtér összetétele: A légtér összetételének (az oxigén és a szén-dioxid arányának) alakulása a szabályozott légtérű tárolás elsőrendű kérdése. A beszabályozás során feltétlenül legyünk figyelemmel arra, hogy az oxigén és a szén-dioxid között kölcsönös függőség áll fenn, továbbá arra is, hogy az egyes gyümölcsfajok és -fajták érzékenysége különböző. Kevésbé érzékeny az oxigénre a cseresznye, az őszibarack, a szamóca, erősen érzékeny viszont az alma, a nagy szén-dioxid-tartalomra pedig talán legjobban érzékeny a körte és a szilva.

A tárolási idő hossza: A tárolás során megfigyelték, hogy a veszteségek nem lineárisak, hanem az exponenciális görbét követik, azaz a tárolás utolsó időegységében rendkívül felgyorsulnak. Ezért is különösen fontos a tárolás alatti ellenőrzés, amelynek során megmérhetjük a gyümölcsök fizikai változását (húskeménység, fedő- és alapszín), beltartalmi értékeinek (cukor-, sav-, szárazanyag-tartalom, a cukor-sav arány stb.) alakulását, az illóanyagok, az etilén, az acetaldehid stb. mennyiségét, vagy kóstolással is kialakíthatunk egy összbenyomást a tárolt tételek állapotáról.

2.5. Tárolási veszteségek és betegségek

A tárolókban keletkező veszteségeknek lényegében két nagy csoportja van: apadási és romlási veszteség. Az apadási veszteséget csak megfelelő szüreti idő- és fajtamegválasztással, a megfelelő hőmérséklet és relatív páratartalom kialakításával tudjuk csökkenteni.

A romlási veszteség alma esetében további két csoportra bontható: élettani betegségek következtében beálló veszteségekre, és gombás betegségek károsításából adódó veszteségekre (GONDA ÉS VASZILY, 2014).

2.5.1. Élettani betegségek

Húsbarnulás (pufikosodás): a beteg alma húsa a héj alatt megbarnul és megpuhul. A betegség összefüggésben van az évjáráttal, a fajtával, a tárolástechnológiával és nagymértékben a szüret idejével is.

Üvegesedéskor a beteg almában a szállítónyalábok környéke üvegesen áttetsző. Oka termesztési és időjárási tényezőkre vezethető vissza. A szüret idején keletkező üvegesedés gyors betárolással és lehűtéssel megakadályozható, sőt ilyen gyakorlattal az üvegesedés a tárolóban „fel is szívódhat”

A késérűfoltosodás a gyümölcs enyhe, horpadásszerű süppedésével kezdődik, később a bemélyedés helyén a szín jól elkülöníthetően mélyzöld. Egy-egy ilyen foltot átvágva azt tapasztaljuk, hogy az enyhén barna, száraz, szivacsos, taplós állományú. Oka tápanyagellátási (kálium, kalcium, magnézium), ill. más anyagcserezavarokra vezethető vissza.

Héjbarnulás vagy szkaldosodás a korai, de a kései szüret következménye is lehet. Kiválthatják az akadályozott gázcsere következtében beálló oxidációs folyamatok során felszabaduló toxikus anyagok.

2.5.2. Gombás betegségek

A lenticellarothadást a *Gloeosporium album* okozza, ami a gyümölcsön általában a lenticellából kiinduló kerek, világosbarnától sötétbarnáig terjedő foltot okoz. A kórokozó már a vegetációs időszak során behatol a gyümölcsbe, és a tárolás után aktivizálódik. A tárolóban az egészséges gyümölcsöket nem támadja meg, ezért van különösen nagy jelentősége a betegség megelőzésének.

A penicilliumos rothadás kiváltója a *Penicillium expansum*. A penészesedési góc külső részein fehér gombatömeg jelenik meg, később a megtámadott részekben zöldeskék spórávankoskák képződnek. Legjobb védekezés ellene a gyümölcssérülések csökkentése.

A szürkepenészes rothadást a *Botrytis cinerea* okozza. Az almán a kerek fertőzési helyeken barna és világosbarna, esetenként sötétbarna, kissé besüppedt folt keletkezik, amely körkörösén terjed tovább a gyümölcs egész felületére.

A moníliás rothadásnak penészgyepes és gombatelep nélküli, ún. feketerothadásos megjelenési formája van. A gyümölcsök a beteg fás részekről és az előző évből fán maradt vagy az évi mumifikálódott gyümölcsökről fertőződhetnek, ami a héjon lévő sérüléseken jut be a gyümölcsbe. A gyümölcsösben szakszerű metszéssel és a beteg farészek gyümölcsösön kívüli elégetésével lehet védekezni ellene. Csak az ép, egészséges gyümölcsöket tároljuk be.

A magházipenészesedést több gombafaj okozhatja. Az alma magháza először enyhén, majd sötétebben elbarnul, később a gombaszövedék pókhálószerűen beborítja, végül a betegség belülről kifelé terjedve teljesen elpusztíthatja a magházat, üreges feketerothadást okozva.

A fehérpenészes rothadást a *Rhizopus stolonifer* nevű gomba váltja ki. Az almára kevésbé jellemző. Elsősorban a cseresznye, a szilva, az őszibarack és a szamóca betegsége. A gyümölcs kellemetlen szagú, vizenyős és rothadó tulajdonságairól ismerhető fel.

A tárolási varasodás gombái nem rothasztják a gyümölcsöt, de a rothadást okozó gombák számára utat nyithatnak. A betegség a szüret idején még alig megfigyelhető, a tünetek (fényleő fekete 2-3 mm-es foltok) csak a tárolás idején fejlődnek ki. A varasodás ellen csak a komplex védekezés hozhat eredményt.

2.6. Az alma eltarthatóságát befolyásoló környezeti tényezők és agrotechnikai tényezők

2.6.1. Környezeti és termőhelyi tényezők

A környezeti (időjárás, hőmérséklet, csapadék), és termőhelyi tényezők (domborzat, a terület fekvése, talajadottságok) jelentős mértékben befolyásolhatják a gyümölcsfélék tárolhatóságát (PETHŐ, 1984).

Az alma kevésbé talajigényes faj, változatos talajok esetében is megfelelően terem. A talajadottságok tárolhatóságot befolyásoló hatását igen jól szemlélteti az alma példája. A talajféleségek és a talajtípusok jelentős hatással vannak a gyümölcsök tárolhatóságára, mert köztudott, hogy laza talajon termesztett alma minősége tárolhatósági szempontból kedvezőtlenebb. Lazább talajon termesztett gyümölcsnek lazább lesz a szöveti szerkezete is, következésképpen rosszabbul tárolható. Nem mindegy tehát, hogy ültetvényeink könnyű homokos jellegű, vagy nehezebb, kötöttebb vázszerkezetű talajon állnak. A homoktalajon (pl. Bács-Kiskun megyében, ahol a klíma is melegebb) termesztett almák légzése fokozottabb, következésképpen érése gyorsabb, szöveti szerkezete lazább, ebből adódóan húsa puhább. Kötöttebb talajú, hűvösebb klímájú helyeken lassúbb a színeződés, az íz- és zamatanyagok kifejlődése kedvezőbb és keményebb a gyümölcs. Az ilyen helyről szüretelt alma tárolási vesztesége kevesebb (GONDA ÉS VASZILY, 2014).

Az almafajták változatos származási helyüknek köszönhetően a klimatikus adottságokkal szemben tág tűréssel rendelkeznek. Legkedvezőbb számukra a nem túl hideg télű, kiegyenlített, inkább hűvösebb, csapadékos éghajlat, ahol a hőmérséklet a vegetációs időszak folyamán 15-30 °C tartományban mozog. A téli időszakban -15C alatti hőmérsékleten a növények maradandó károsodást szenvedhetnek, a tavaszi, virágzás idején bekövetkező fagykárak hazánkban rendszeresen, 2-3 évente előfordulnak. A sikeres almatermesztés alapja a megfelelő

vízellátottság, amely évi 700-800 mm csapadékot jelentene. Ezért hazánkban, a nyári időszakban mindenképp szükséges az almák öntözése.

A környezeti tényezők között a hőmérséklet szerepe kiemelkedő a gyümölcsök fejlődésében, érésfolyamataiban és eltarthatóságának alakulásában. Megfigyelték ugyanis (GONDA ÉS VASZILY, 2014), hogy a délebbi országrészeken, vagy a délebbre fekvő országokban termelt almák kevésbé tárolhatók, mint a hűvösebb, északabbi részokről származók.

A kitettség és a fekvés határozottan befolyásolja a tárolhatóságot. A relatív páratartalom az érési folyamatokat pozitívan vagy negatívan befolyásolja. Nagyon páradús környezetben a gyümölcsöt a betegségek gyakrabban támadhatják meg és az összetételük (pl. cukor/sav arányuk) úgy változhat meg, hogy a tárolhatóság csökken.

2.6.2. Termesztéstechnológia

A termesztéstechnológia (talajművelés, tápanyag- és vízellátás, növényvédelem stb.) hatása a tárolhatóságra azonban közvetett. Egyrészt a beltartalmi összetevőkön, másrészt pedig a gyümölcs méretének változásán keresztül hat a tárolhatóságra. Így például a túlzott N-adagolás, vagy a K-, ill. Ca-hiánya stb. rosszabb tárolhatóságot eredményez.

A termesztési tényezők közül a szüretidő kiemelt jelentőségű a tárolhatóság szempontjából. Túl korai szüretkor - a kis gyümölcsméret miatt - egyrészt jelentős mennyiségi veszteségünk van, ugyanakkor ezek a gyümölcsök gyorsabban is fonnyadnak, ízben, aromaanyagokban szegények, színeződésük hiányos, és az egyes tárolási veszteségek (pl. apadás, keserűfoltosság) mértéke nő. Elkészt szedéskor jelentős a hullási veszteség, fokozódik - a már sokkal puhább - gyümölcsök sérülékenysége, és az ilyen (tárolás szempontjából túlrett) gyümölcsök hosszú idejű tárolása nem lehetséges. Jó tárolásra csak akkor van esélyünk, ha a betárolásra alkalmas érettségi állapotban szedjük le és helyezzük el hűtött térbe a gyümölcsöt. Az optimális szüretidő, amely a különböző fajtáknál nagyon eltérhet, különféle módszerekkel állapítható meg (SASS, 2013).

RAKONCZÁS (2007) a következőképpen foglalja össze az alma tárolhatóságát meghatározó technológiai elemeket (a tápanyag ellátottságra fókuszálva):

- nitrogén túladagolás hatására a növény egyensúlya megbomlik, azaz túlzott mértékű növekedéssel reagál,
- a növekvő hajtások tömege közvetlen hatásként már a sejtosztódási gyümölcsfejlődés fázisában elvonja a kalciumot a gyümölcsöktől - ez azért is kritikus, mert éppen ekkor történne a terméskezdemények kalcium-felhalmozása a sejtfalakban,
- a sejtnagyobbodás fázisában a felvett kalcium mennyisége hígul,

- a túlzott nitrogénkijuttatás hatására fokozódik a korona beárnyékolódása, mely gátolja az alma színeződését,
- a nitrogénnel felfújt nagyméretű gyümölcsök szöveti állománya lazább, színeződésében meghatározó a le nem bomlott klorofil zöld színe, ásványi anyag tartalma hígabb, tárolása nem biztonságos,
- a kalcium kiemelkedő szerepet tölt be a gyümölcsminőség vonatkozásában; fiziológiai szerepei közül a sejtfalak felépítésében betöltött szerepét kell kiemelni (Ca-pektát).
- a kálium a sejtfalbontó enzimek aktiválásában játszik fontos szerepet. A kalcium aránya nagyban meghatározza az alma tárolhatóságát.

SZÜCS ÉS KÁLLAY (2005) szerint az almafák tápláltsága és a gyümölcs tárolhatósága szorosan összefügg:

- a túlzott kálium-felvétel siettetni az alma utóérését és a savtartalom bomlását, amit a tárolt gyümölcs levének pH-emelkedése is jelez.
- egyoldalú nitrogén adagolás a mérsékelt kálium-ellátottság esetén fokozza a relatív káliumhiányt.
- ha a kalciumhoz képest a kálium túlsúlya tapasztalható, akkor a gyümölcsérés idején, illetve a tárolási időszakban fennáll a veszélye annak, hogy a kalcium oldatba kerülésével a membránfunkció szabályozatlanná válik, fokozódik a savbomlás és a beteg almák megjelenése.
- az alma tárolhatóságára a fák termésterhelésének van a legjelentősebb hatása. A termésterhelés fokozódása a potenciális termőkapacitásig pozitívan hat az alma eltarthatóságára. Azok a beavatkozások, amelyek a fák optimális gyümölcsberakódottságát szolgálják, kedvezőek a potenciális tárolhatóságra is.

RAKONCZÁS (2007) kiemelten kezeli az optimális szüretidő és a tárolhatóság kapcsolatát. Az érés előre haladtával a gyümölcs minősége változik. Az optimális szüreti idő után a gyümölcs színei kialakulnak, héja esetenként viaszosodik, húsa puhul, savtartalma és aromái csökkennek, cukortartalma növekszik. Az optimális szüreti érettséget követő megfigyelések szerint egy nap szüreti késedelem egy héttel csökkenti a tárolhatóság időtartamát. RAKONCZAI (2007) továbbá végső konklúzióként kijelenti: „Minden termesztéstechnológiai beavatkozás, mely fokozza a vegetatív növekedést negatívan befolyásolja a gyümölcsminőséget, mivel kalciumot von el a gyümölcsöktől. Minden olyan beavatkozás, mely a gyümölcsméret növekedését serkenti negatívan befolyásolja a gyümölcsminőséget, ugyanis a kalcium felhígulását eredményezi.”

Szintén RAKONCZÁS (2007) tesz említést arról a tényről, hogy a gyepes sorközművelés esetén a gyepalkotók jelentős mennyiségű vizet és nitrogént vonnak el a fáktól. Ennek eredményeként noha relatíve javul a gyümölcsminőség, és kedvezőbbé válik a fák kalciumfelvétele, de a zöldfelület által elpárologtatott vízmennyiséget következtében vízhiány léphet fel. Ezt korrigálandó, öntözni kell az állományt. Az öntözés túlzott mértéke azonban növeli a gyümölcsméretet, ezáltal azonban a kalcium felhígul az almában, ami előnytelenül befolyásolja a szüret utáni gyümölcsminőséget.

2.7. Az almatermés jellemző mikroanatómiai jellemzői és azok tárolás alatti változása

Az almatermés általános mikroanatómiai felépítésére vonatkozó legrészletesebb leírás KONARSKA (2014) munkájából származik, aki a Ligol almafajta epidermiszének vizsgálatán át ad képet annak mikromorfológiai jellemzőiről. Hangsúlyozza, hogy az alma tárolhatósága nagymértékben függ az almahéj mikroanatómiai szerkezetétől: a kutikula az epikutikuláris wax réteggel, az epidermisz és az alatta elhelyezkedő hipoderma vastagsága nagyban hozzá tud járulni az almatárolás sikerességéhez. Rajta kívül VERAVERBAKE ET AL. (2001), GHAFIR ET AL. (2009), FAUST ÉS SHEAR (1972), ROY ET AL. (1994), BELDING ET AL. (1998), MILLER (1984) és MAGUIRE ET AL. (1999), BABOS ET AL. (1984) szintén említést tesznek a termést határoló epidermisz réteg jellemző paramétereiről, illetve ezen paraméterek tárolás hatására bekövetkező változásairól.

A fenti kutatók egybehangzóan megállapítják, hogy az almatermést feszes falú sejtekből álló egy sejt soros epidermisz határolja. Ezen epidermisz sejtek radiális sejt fala 40%-kal hosszabb, mint azok tangenciális sejt fala. Az irodalmi adatok alátámasztják, hogy az epidermisz sejtek radiális sejt falának hossza akár 80%-kal, ugyanakkor a tangenciális sejt falának hossza több mint 70%-kal is növekedhet a tárolás folyamán. Az epidermisz sejtek tág lumennel rendelkeznek, melynek kiterjedése a tárolás során csökken.

Irodalmi adatok bizonyítják, hogy az epidermisz vastagságának alakulása jelentős eltérést mutat nemcsak az egyes fajták esetében, hanem egy fajtán belül az évjárat-hatás is befolyásolja az epidermális réteg (és a kutikula) vastagságának alakulását. HOMUTOVÁ és BLAŽEK (2006) Gala Must almafajtán végzett megfigyeléseik során megállapították, hogy 2003-ban a rendkívüli forró nyár (július, augusztus) és a sok napsütés az azt megelőző évek átlagnál jelentősen vastagabb epidermiszréteg kialakulását idézte elő. Az évjárat-hatás almahéj vastagságára gyakorolt hatását vizsgálva BABOS ET AL. (1984) szintén hasonló eredményekre jutott.

Magán a termésen sem egyenletes az epidermisz vastagsága: a kocsány felől részén vastagabb az epidermisz, mint a termés csúcsán, a maximális gyümölcsméret pontján a kettő közötti átmenti értékek mérhetők (KNUTH ÉS STÖSSER (1987); HOMUTOVÁ (2005)). Az árnyékosabb viszonyok között termett termés esetében mind az epidermisz réteg, mind a kutikula vastagabb, mint napsütötte oldalon fejlődött termések esetében (BABOS ET AL. 1984). Későn érő fajták termései szintén vastagabb kutikula és epidermális rétegekkel rendelkeznek, mint a korábban érő gyümölcsök. Magasabb tengerszint feletti magasságban elhelyezkedő termesztési régiókból származó almatermések esetében mind az epidermisz, mind a kutikula vékonyabb, több a sztómák és lenticellák száma, valamint hosszabbak az epidermális sejtek, melyhez vastagabb hipodermális réteg társul (KUMACHOVA, 2003).

A peridermán nyílások formájában jelennek meg a paraszemölcsök, azaz a lenticellák. Ezek parát nem tartalmazó töltősejtek beékelődésével jönnek létre. Sejtközi járataik révén némi anyagforgalmat biztosítanak a termés belső szövetei és a külső környezet között. A túl sok lenticella a tárolhatóság szempontjából két alapvető problémát vet fel: egyrészt kaput jelentenek patogén kórokozók számára, másrészt pedig számuk növekedésével a termés intenzívebb transzspirációjához, ezáltal vízvesztéséhez járulnak hozzá. A lenticellák egy része parával van kitöltve („zárt lenticellák” – ezek többnyire barnás színezetűek, köszönhetően a tannin-berakódásnak (MILLER (1984))), ez gátolja a termés légzését, de nagyobbik hányaduk teljesen nyitott („nyitott lenticellák”), mely nyilván a tárolás alatti légzésfokozódáshoz nagyban hozzájárul (MILLER, 1984; MAGUIRE ET AL., 1999; VERAVERBAKE ET AL., 2003a).

Az epidermiszen minden esetben megfigyelhetőek mikrorepedések (mikrocrack), melyek az epidermisz folytonosságát szintén megtörő lenticellákkal együtt fontos szerepet töltenek be a termés transzspirációjában és vízvesztésében. Többen megállapítják, hogy a termés érésével együtt járó térfogatnövekedés során az epidermális kutikula még inkább megrepedezetté válhat, tovább nőhet az ún. mikrorepedések száma, számos fajta esetében emelkedhet a lenticellák egységnyi területre eső száma is. Ezek csökkentik a gyümölcs káros hatásokkal szembeni ellenálló képességét, ronthatják a termés tárolhatóságát (VERAVERBAKE ET AL., 2003a). Ezen változások felgyorsítják a gyümölcs öregedését, csökken a termés tömege, a hús szilárdsága, mely folyamatok mögött a fenti epidermális változások okozta intenzívvé váló transzspiráció áll (HÖHN, 1990; LINK ET AL., 2004).

Az epidermiszt kutikula borítja. VERAVERBAKE ET AL. (2001), valamint GHAFIR ET AL. (2009) véleménye szerint a tárolás során a kutikula vastagsága a szedési állapothoz képest akár 83%-kal is csökkenhet. Megállapítják, hogy a tárolt alma súlyvesztése nem csak a tárolási időszak hosszával nő arányosan, hanem abban jelentős szerepet játszik az epikutikuláris

viaszréteg vastagsága is. A vastagabb/érés során vastagodó kutikula a transzspiráció csökkentésében, illetve magának a gyümölcs belsejének, az abban lejátszódó élettani folyamatoknak a külső környezettől történő izolálásában játszik fontos szerepet (FAUST ÉS SHEAR, 1972; ROY ET AL., 1994; BELDING ET AL., 1998; VERAVERBAKE ET AL., 2001, 2003b).

Összességében megállapítható, hogy az almahéj „masszívabb” mikroszerkezete ugyan a biztosabb tárolásra teszi alkalmassá a termést, csökkenti az alma öregedését, vízvesztését, a tárolási veszteséget a tárolás során, ezen túl segít megőrizni a gyümölcsök tökéletes megjelenését az értékesítés előtt, de ez a vastagabb almahéj akár hátrányt is jelenthet bizonyos fogyasztói körben, befolyásolhatja organoleptikus megítélését.

3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

3.1. A mintaterület bemutatása

A vizsgált almafajták mezőgazdasági területe a lakóhelyem, Nyírtass határában a 074/28 helyszínrajzi szám alatt található almaültetvény (10. ábra), amit 2012. őszén telepítettünk. A gyümölcsös területe közel 1 hektárnyi területen fekszik, ahol a gyümölcsfaj kizárólag alma.



10. ábra: A minták származási ültetvényének elhelyezkedése

A fajtát tekintve sokféle alma megtalálható gyümölcsösünkben, többek között a Florina, Jonagold, Akane, Jonagored, Golden, Grammy Smith, Mutsu, Remo, Topaz, Idared stb., MM106-os alanyon.

A vizsgált terület talajtípusa humuszos homok. A talaj kémhatása semleges. Fizikai talajfélesége homok, az alacsony szervesanyag tartalom alacsony sótartalommal párosul. A talajvizsgálat eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Talajvizsgálati jegyzőkönyv eredménye (2020)

Vizsgált paraméterek	Mérési eredmények
Szint mélysége (cm)	0-30
pH-KCl (-)	7,04
Arany-féle kötöttségi szám (K_A)	<25
Vízben oldható összes só (m/m%)	<0,02
CaCO_3 (m/m%)	<0,1
Szervesanyag tartalom (m/m%)	0,87
$\text{NO}_3^- - \text{N} + \text{NO}_2^- - \text{N}$ (mg/kg)	7,89
P_2O_5 (mg/kg)	86,1
K_2O (mg/kg)	91,5

A mintaterület éghajlati adottságai a Nyírség makro- és mikroklímájának jellemzőit mutatja. A csapadék éves átlaga 650 mm, a tenyészidőszakban 350 mm. A három nyári hónap (június, július, augusztus) a legcsapadékosabb. Januártól márciusig mindösszesen 30-35 mm/hó csapadék hullik. Az időjárást jellemzi a korai tavaszi szárazság. A nyár eleji jégesők gyakorisága nagy, gyakoriak a nyári viharos szelek is. Az évi középhőmérséklet 10,6 °C,

leghidegebb hónap a január (-2,6 °C), legmelegebb hónap az augusztus (21,1 °C). A fagyos napok száma 103 nap, a hőségnapok száma évente átlag 20 nap. A napsütéses órák száma 2038 óra, ennek értéke a nyári félévben 1476 óra, a téli félévben 562 óra.

3.2. A mintaterületen alkalmazott agrotechnika

A terület könnyebb gondozása, művelése érdekében a mechanika művelési módot 2016-ban a füvesítése váltotta fel. A természetes gyomtakarót a lehullott csapadék mennyiségétől függően évente 3-7 alkalommal szükséges kaszálni. A fasávban gyakori a vegyszeres gyomirtás. A gyümölcsösök, így az alma ültetvény gondozását februárban metszéssel kezdjük, amit a rügyfakadás előtt a tavaszi lemosó permetezés követ réz-tartalmú szerrel.

A márciustól májusig tartó jellemzően hűvösebb, csapadékosabb idő kedvez a már áttelelt egyes gombabetegségek, rovarok felszaporodásához, ezért a virágzás során méhkímélő permetszerekkel (Chorus 75 WG; Merpan 80 WDG; Calypso 480 EC, Thiovit) védekezünk.

A termésérést követően a termés megvédelem érdekében 10-14 naponta ismétlődnek a permetezések. A permetezőszerek a következők: Score, Mospilane, Kórusz, Byleton, Calipso, Merpán, Tiurán, Dithane. A betakarítást megelőző időszakban nem végzünk vegyszeres növényvédő szereket.

Az őszi folyamán, miután a levelek már 80%-a lehullott, az őszi lemosó permetezést végezzük el, ilyenkor rézoxikloridot használunk.

3. táblázat: A mintavételi időszakban alkalmazott agrotechnikai elemek

Dátum	Tevékenység
2021. február	Metszés
2021. március	Műtrágyaszóras
2021. április 6-7	Tavaszi lemosó permetezés
2021. április 14.	Szárzúzás
2021. május 10.	Virágzáskori permetezés
2021. május 23.	Fák alatti gyomirtózás
2021. (2 havonta)	Sorközök szárzúzása, szártépése, kaszálása
2021. júniustól 2-3 hetente	Vegyszeres növényvédelem a felsorolt készítményekkel
2021. augusztus vége- november közepe	Betakarítás
2021. november 26.	Őszi lemosó permetezés

3.3. Mikroanatómiai vizsgálatok

A szövettani vizsgálatainkhoz az azonos termesztési területről, azonos agrotechnikai körülmények között termesztett almatípusainkból a következő fajtákat választottuk ki: Florina, Idared, Golden, Topaz, Jonagored, Granny Smith. Annak érdekében, hogy lekövethetők legyenek a termésérés során az almahéj mikroszerkezetében bekövetkező változások, minden fajta esetében augusztusban, szeptemberben, októberben begyűjtöttük az érés különböző

fázisaiban lévő almaterméseket. A fajtakiválasztásnál fontos szempontnak tartottuk, hogy olyan fajták kerüljenek vizsgálatba, amelyek tapasztalati tényekkel igazolhatóan eltérő módon, eltérő minőségi változással reagálnak a hosszabb tárolásra. A tapasztalati tények alatt itt a mi, mint termesztők és saját termésünket betárolók szubjektív véleményét értjük.

Valamennyi vizsgálatba vont almafajta esetében mind a betakarításkor, mind a különböző érési fázisban gyűjtött minták esetében az almatermés epidermiszének vizsgálatához 5x10 mm-es friss almahéjból (mely 2 mm vastagságú parenchimatikus szövetréteggel rendelkezik) készítettünk zsilett pengével keresztmetszeteket. Az almahéj darabokat egységesen az almatermés legnagyobb területű régiójából emeltük ki. Az elkészített metszeteket desztillált vízcseppbe helyezve fedőlemezzel lefedve fénymikroszkóppal (Olympus BX51 típus) vizsgáltuk.

A keresztmetszeteken a következő mikroanatómiai paramétereket mértük: kutikula vastagság, epidermisz sejtek magassága és szélessége, hipodermális kollenchima réteg vastagsága és sejsorainak száma. A keresztmetszeteket 10x20-as, illetve 10x40-es nagyításban vizsgáltuk és fényképeztük. A képeket VSI RZ302 3M CMOS kamerával digitálisan archiváltuk, ezt követően mérőprogram segítségével mértük a fent említett paramétereket. Az alma héjának külső felszínén elvégeztük az egységnyi területre (cm²) eső lenticellák számlálását. Valamennyi általunk vizsgált kvantitatív jellemzőt 5 ismétlésben mértük, a mérési értékeket átlagoltuk. A kapott értékeket táblázatokba rendeztük, grafikusán ábrázoltuk.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Az almahéj jellemző mikroanatómiai paraméterek alakulása a vizsgált fajták esetében a betakarítás időpontjában

A vizsgált almafajták mikroanatómiai vizsgálatainak eredményeit az egyes fajták esetében a következőképpen foglalhatjuk össze:

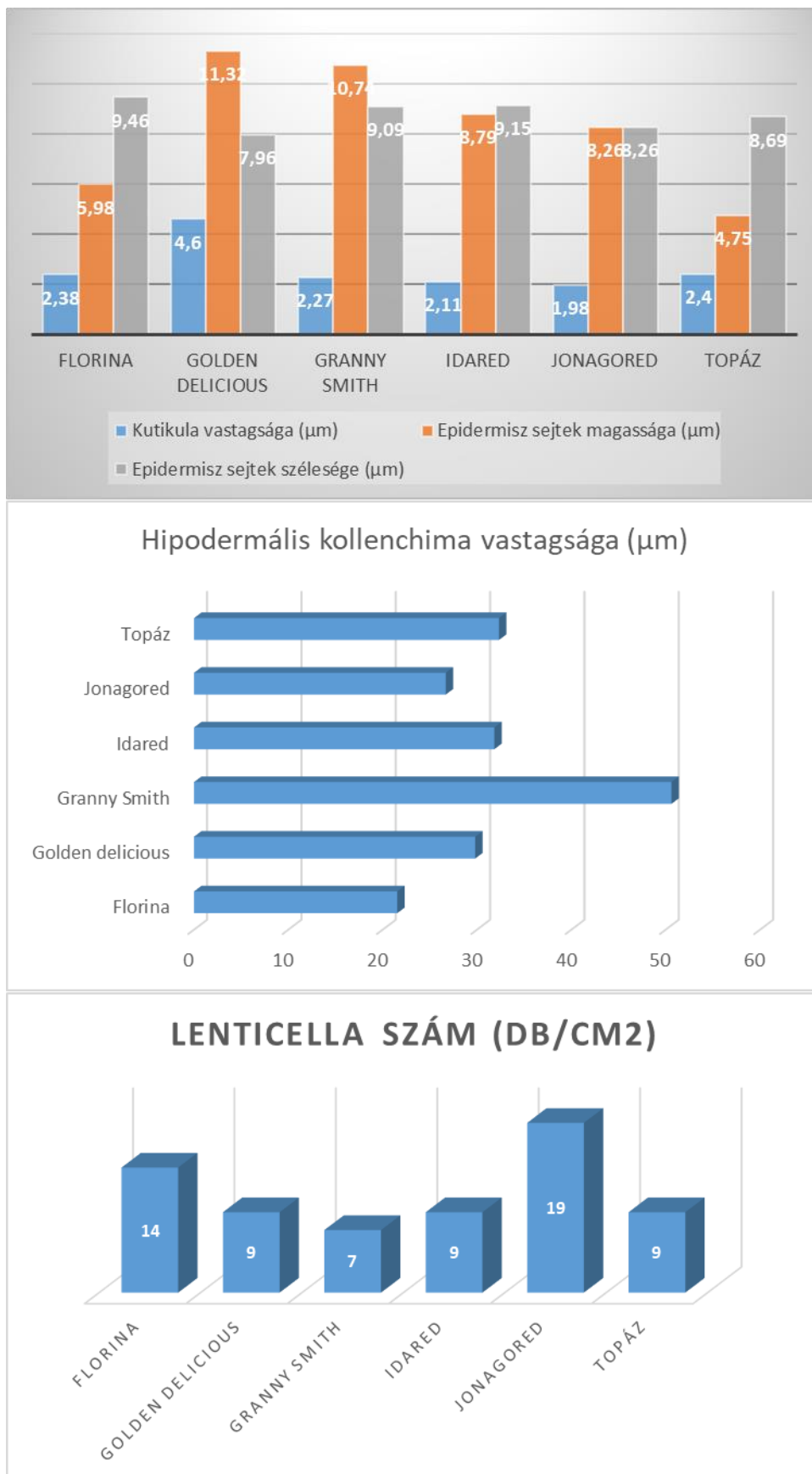
A vizsgált almafajták közül a relatíve rövid tárolhatósággal (3-5 hónap) bíró Florina fajta (4. táblázat, 11. ábra) termése erősen hamvas, felszínét fehér paraszemölcsök (lenticellák) borítják. Esetében a kutikula vastagságának mért értéke átlagosan 2,38 μm . Ez a viszonylag vastagabb kutikula azonban egy meglehetősen vékony vastagságú (átlag 5,98 μm) epidermisz réteget takart. Ezen fajta esetében az egységnyi területre eső lenticellák száma a vizsgált fajták között a második legnagyobb értéket adta, átlag 14 db/ cm^2 lenticellát regisztráltunk.

4. táblázat: Az almahéj jellemző mikroanatómiai paraméterek alakulása a vizsgált fajták esetében a betakarítás időpontjában

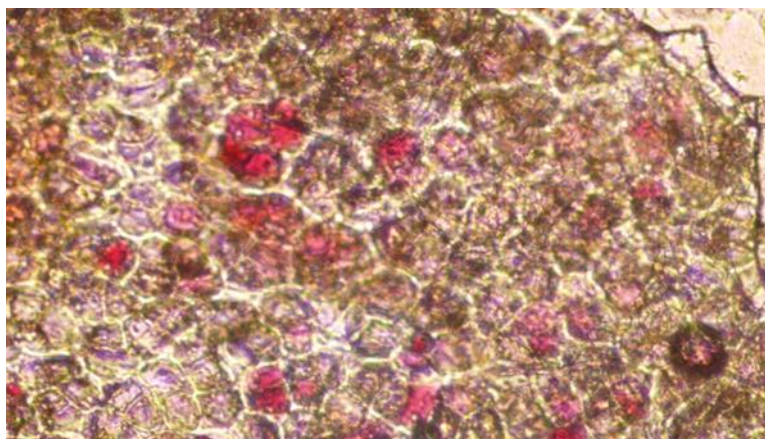
	Florina	Golden delicious	Granny Smith	Idared	Jonagored	Topaz
Alma tömege (g)	239	240	158	189	270	219
Kutikula vastagsága (μm)	2,38	4,60	2,27	2,11	1,98	2,4
Epidermisz sejtek magassága (μm)	5,98	11,32	10,74	8,79	8,26	4,75
Epidermisz sejtek szélessége (μm)	9,46	7,96	9,09	9,15	8,26	8,69
Lenticella szám (db/ cm^2)	14	9	7	9	19	9
Hipodermális kollenchima vastagsága (μm)	21,54	29,81	50,6	31,83	26,68	32,32
Hipodermális kollenchima sejtjeinek száma (db)	4	3	3	4	3	4
Tárolhatóság időtartama (hó)	3-5	6		7-8	3-5	6

n=5

Míg a vastagabb kutikula réteg csökkentőleg hathatna a termés vízvesztésére, addig a lenticellák a rajtuk történő transzspirációval a termés gyorsabb ütemű apadását idézik elő. Az epidermisz réteg alatti hipodermális kollenchima réteg vastagsága (12. ábra) az összes fajta között a legkisebb volt, mindösszesen 21,54 μm , mely szintén gyenge gátat jelent a parenchimatikus rétegek vízvesztést illetően. Ugyanakkor a fajta esetében találtuk az egyik, mikrorepedések által a legjobban tagolt kutikula réteget, mely tulajdonság szintén kedvezőtlen a termés vízvesztése szempontjából (12. ábra).

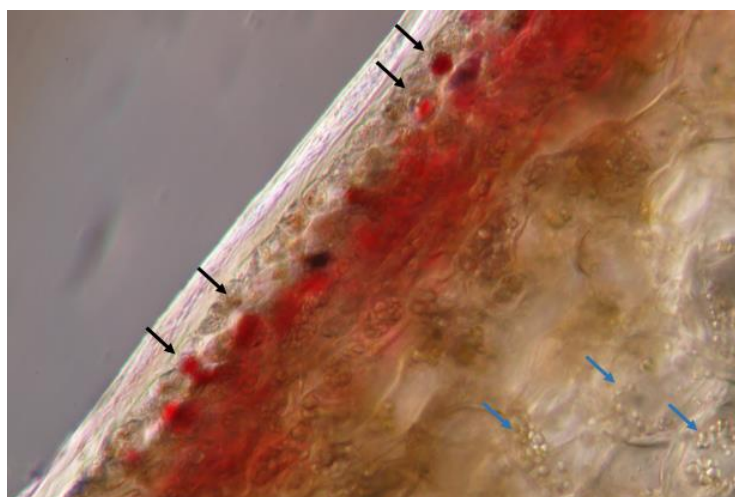


11. ábra: Az almahéj jellemző mikroanatómiai paraméterek alakulása a vizsgált fajták esetében a betakarítás időpontjában



12. ábra: A Florina almafajta epidermisze a mikrorepedésekkel

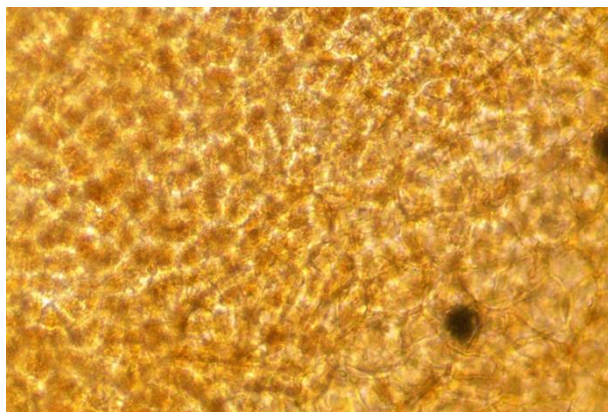
A rendkívüli jó tárolhatósággal (7-8 hónap) rendelkező Idared almafajta termésének húsa kemény, puhulásra nem hajlamos. Kutikulájának vastagsága aránylag nagynak (átlag $2,11\ \mu\text{m}$) mondható. A kutikula alatt elhelyezkedő epidermisz réteg vastagága átlagosan $8,79\ \mu\text{m}$ (4. táblázat, 11. ábra), ami közepesnek tekinthető a vizsgált almafajták között. Érdekes tényként lehetett regisztrálni, hogy ezen almafajta epidermisz sejtjeiben antocián tartalmú kisebb-nagyobb (kromo)plasztiszok (antocianoplasztok) helyezkednek el (13. ábra). A legtöbb almafajta esetében azonban antocianidin típusú vegyületek csak a hipodermális réteg sejtjeinek vakuólumaiban, a sejtnedvben oldott állapotban találhatók.



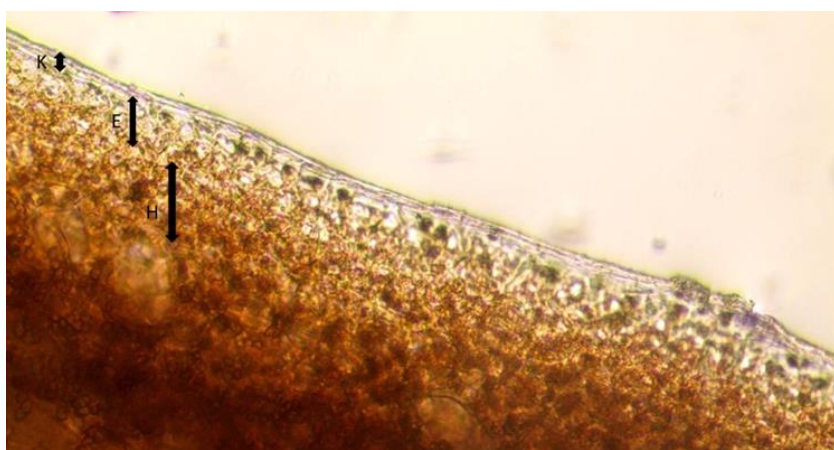
↖ : antocianidin típusú (kromo)plasztisz ↘ : amiloplasztisz

13. ábra: Idared almatermés epidermisz sejtjeiben lévő antocianoplasztok, hipodermális kollenchima és parenchima sejtekben lévő amiloplasztok

A lenticellák száma kevés, $9\ \text{db}/\text{cm}^2$, a fajta epidermisze sekély mikrorepedésekkel tagolt (14. ábra). Az epidermisz alatti hipoderma $31,83\ \mu\text{m}$ -es vastagságú (4. táblázat, 11. és 15. ábra).

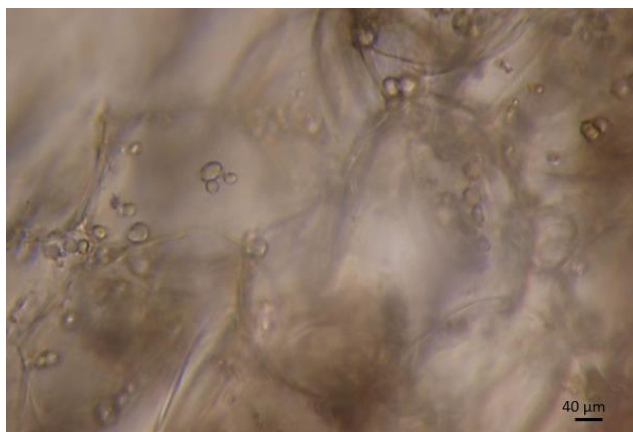


14. ábra: Az Idared almafajta epidermisze a sekély mikrorepedésekkel – jobb alsó sarokban néhány lenticellával



15. ábra: Az Idared almafajta almahéj-keresztmetszete
(A parenchima sejtekben gazdag keményítő kitöltések láthatók)
K: kutikula; E: epidermisz; H: hipodermális kollenchima

A termés parenchimatikus állományának sejtjeiben sok keményítőben gazdag amiloplasztisz található (16. ábra).

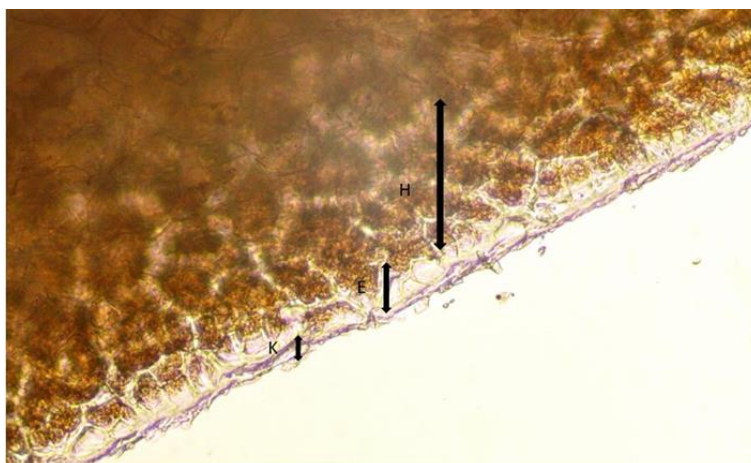


16. ábra: Keményítőt raktározó amiloplasztiszok az Idared almafajta parenchimatikus sejtjeiben

Ez a magas keményítőtartalom a tárolás folyamán hidrolizálódik a termés édeskésé válását okozó cukrokká, éppen ezért az Idared friss fogyasztásra csak 3-4 hónapnyi tárolás után

válik ideálissá. Mindezen mikroanatómiai paraméterek nagyban szerepet játszanak ezen almafajta kiváló tárolhatósági paramétereinek kialakításában.

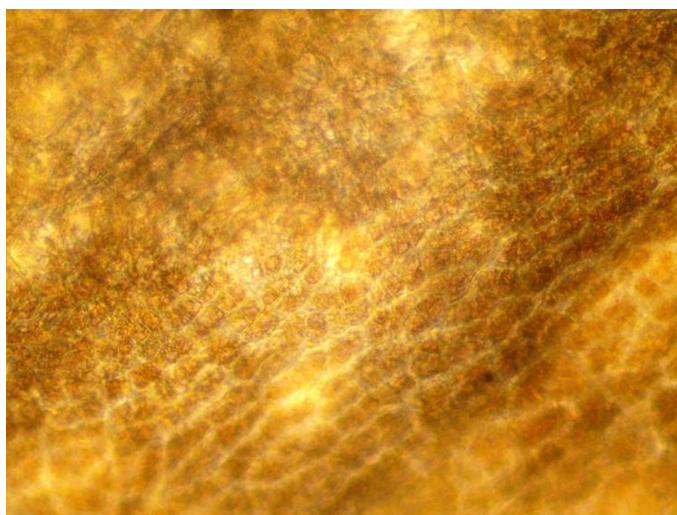
A Golden almafajta tárolhatósági ideje 6 hónap, mely átlagosnak mondható. Héjának vastagsága a vizsgált fajták között a legnagyobbak bizonyult, az epidermiszének vastagsága kiemelkedő, 11,32 μm . Kutikulájának vastagsága szintén magasabb értékeket mutatott, 4,60 μm . A hipodermális kollenchima vastagsága azonban csak közepesnek mondható (29,81 μm) (4. táblázat, 11. és 17. ábra). Ezen bélyegek – kiváltképp az epidermisz és az azt borító kutikula vastagsága - kedvezőleg hatnak a fajta tárolhatóságára.



17. ábra: **A Golden almafajta almahéj-keresztmetszete**

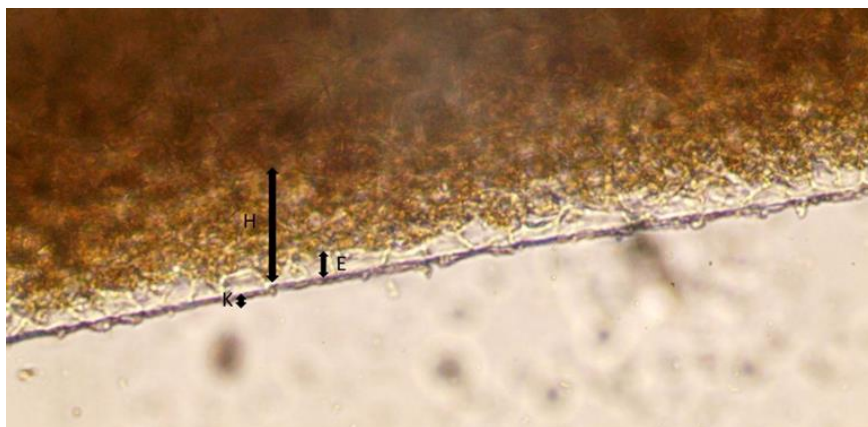
K: kutikula; E: epidermisz; H: hipodermális kollenchima

A tárolhatóság szempontjából szintén pozitív, hogy a lenticellák ugyanakkor csak átlagos számban (9 db/cm²) találhatóak meg az almahéj felszínén, mely szintén gátlólag hat az almafajta tárolás során bekövetkező vízvesztésére. A Golden fajta epidermiszét hosszanti sorokba rendeződött mikrorepedések tagolják (18. ábra).



18. ábra: **A Golden almafajta epidermisze a mikrorepedésekkel**

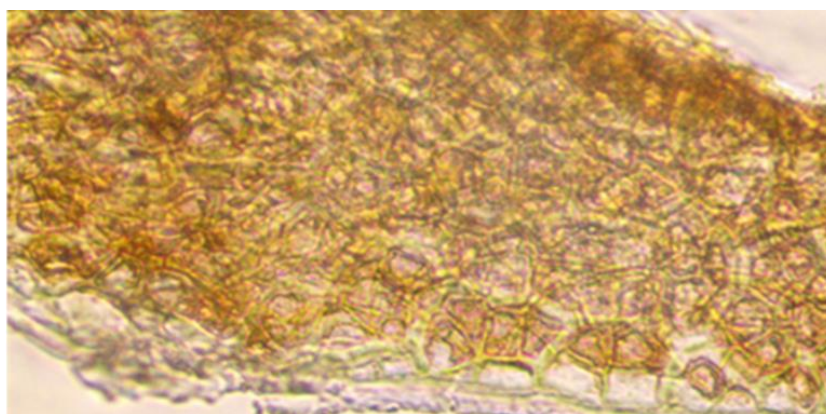
A Topaz almafajta 6 hónapig tárolható minőségében bekövetkező jelentősebb változások nélkül. Kutikulája vastag (átlag $2,4\ \mu\text{m}$), az almatermés epidermiszét felépítő sejtek magassága ugyanakkor jelentősen elmarad a többi vizsgált fajta esetében mért értékektől, átlag $4,75\ \mu\text{m}$. A hipodermális réteg vastagsága ugyanakkor a vizsgált fajták közül a második helyen áll, $32,32\ \mu\text{m}$ (4. táblázat, 11. és 19. ábra).



19. ábra: A Topaz almafajta almaháj-keresztmetszete

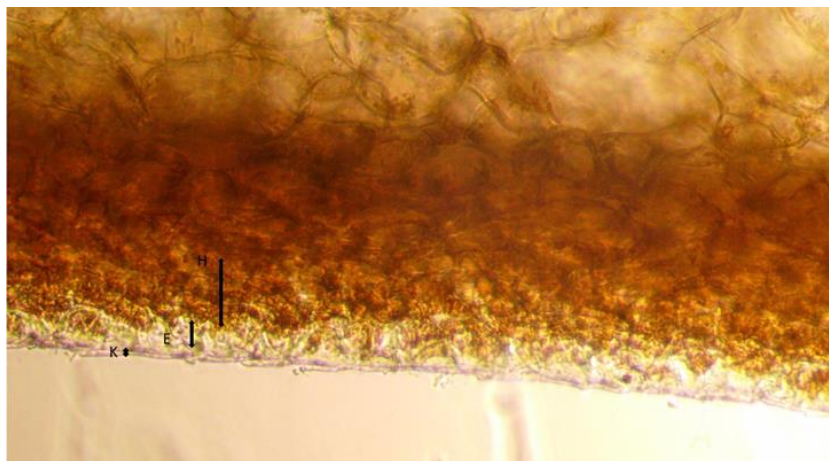
K: kutikula; E: epidermisz; H: hipodermális kollenchima

Az egységnyi területre eső lenticellák száma a Topáz esetében a Golden és Idared lenticellák számával megegyezik ($9\ \text{db}/\text{cm}^2$). Ez a relatíve vastag kutikula a szintén vastag hipodermális kollenchima réteggel együtt hozzájárul a termés csökkent ütemben történő apadásához, a paraszemölcsök csekély száma igen kismértékű lenticelláris transzspirációt tesz lehetővé (20. ábra). Epidermiszének mikrorepedésekkel való tagoltsága közepes erősségűnek tekinthető.



20. ábra: A Topaz almafajta epidermisze a mikrorepedésekkel

A Jonagored fajta tárolása kevésbé jól megoldható, a termések tárolhatósága 3-5 hónap. Az almahéjat védő kutikularéteg vastagsága ezen fajta esetében mutatta a legkisebb értéket (átlag $1,98\ \mu\text{m}$), az epidermisz magassága közepes ($8,26\ \mu\text{m}$), a hipoderma réteg vastagsága is csak közepesnek mondható (21. ábra).



21. ábra: **A Jonagored almafajta almahéj-keresztmetszete**

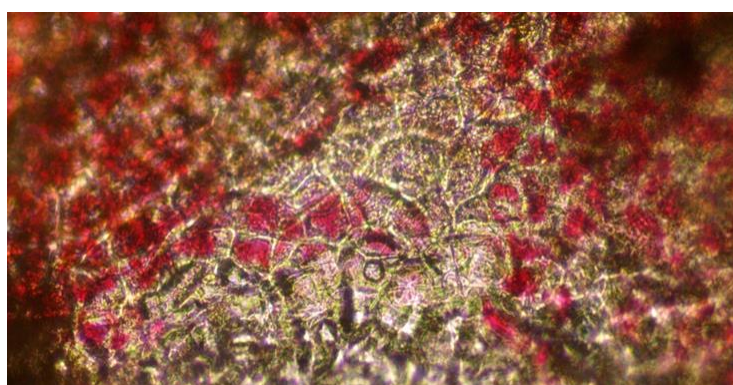
K: kutikula; E: epidermisz; H: hipodermális kollenchima

Kiugróan magas a lenticellák száma: 19 db/cm² (4. táblázat, 11. ábra). Ezek a nyitott lenticellák (22. ábra) a termés fokozott vízvesztését okozzák, csökkentve a tárolhatósági idejét ezen almafajtának. A vízvesztés intenzitásának fokozottabb voltához hozzájárulnak az epidermiszt erősen tagoló mély mikrorepedések is (23. ábra).



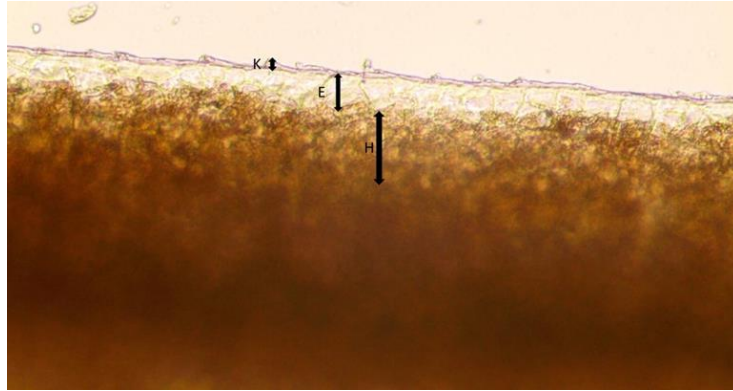
22. ábra: **Jonagored almafajta epidermisz sejtjeit áttörő zárt lenticella**

K: kutikula; E: epidermisz; L: lenticella



23. ábra: **A Jonagored almafajta epidermisze a mikrorepedésekkel**

A Granny Smith fajta október végén szüretelhető, minőségét normál tárolóban akár 6-10 hónapig is megőrzi. Kutikulájának vastagsága jónak mondható (2,27 μm), az epidermisz rétegének vastagsága azonban kiemelkedő, átlag 10,74 μm . A hipodermális kollenchima rétegének vastagsága a vizsgált fajták között kiugróan magas értéket mutat: 50,6 μm (4. táblázat, 11. és 24. ábra).

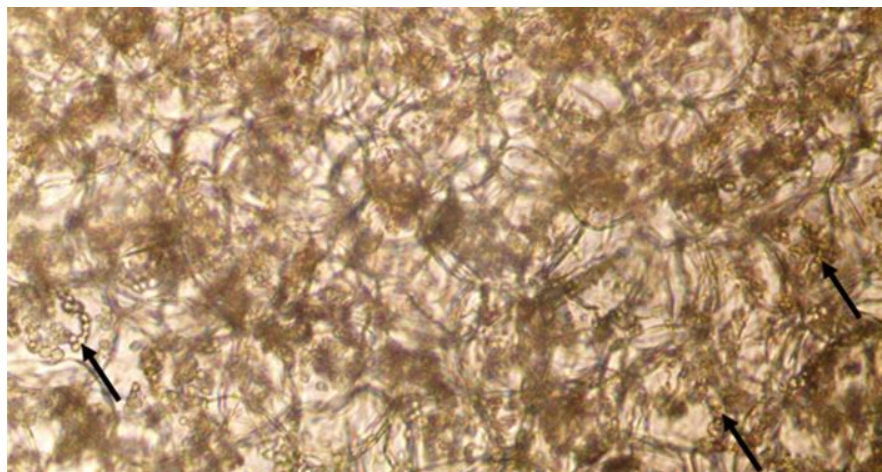


24. ábra: **A Granny Smith almafajta almahéj-keresztmetszete**

K: kutikula; E: epidermisz; H: hipodermális kollenchima

Az egységnyi területre eső lenticelláinak száma ugyanakkor igen alacsony: 7 db/cm².

Ezen fajta esetében a parenchimatikus sejtek szintén jelentős keményítőtartalommal rendelkeznek, melyek a tárolás során alakulnak majd át a fajta édeskés ízét adó cukrokká (25. ábra).



25. ábra: **Keményítőszemcsék a Granny Smith almafajta húsát felépítő parenchima sejtekben**

4.2. Az almahéj mikroszerkezetének alakulása az érés különböző fázisaiban az egyes almafajták esetében

Annak érdekében, hogy képet kapjunk arra vonatkozólag, hogy az almatermés érése során milyen mikroszerkezeti változások zajlanak le az almahéj felépítésében, míg azok elérik a betakarításkori végső szerkezeti struktúrájukat, valamennyi almafajta esetében több

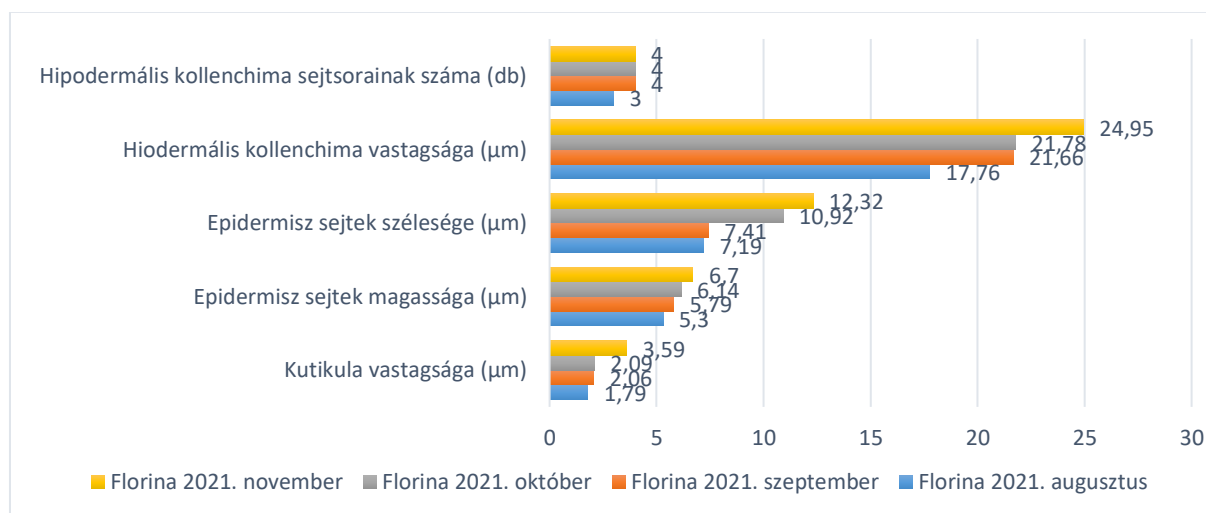
időpontban, az érés különböző fázisában lévő termésből gyűjtöttünk mintát, és vizsgáltuk meg azokat.

A *Florina almafajta* esetében az első betakarításból származó, abból elkészített keresztmetszet mérése során megállapítható, hogy a kutikula vastagsága a betárolást megelőző időszakra (november) közel kétszeresére vastagodott, azonban a szeptemberi és októberi mérés egymáshoz képest alig mutatott változást, mindössze 0,03 μm -nyi vastagodást lehetett megfigyelni (5. táblázat, 26., 27. ábra).

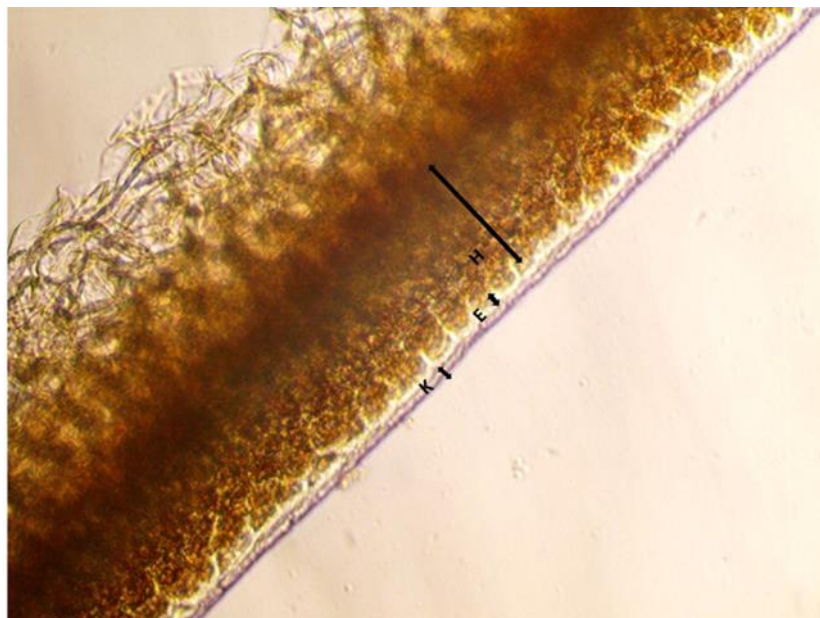
5. táblázat: Az almahéj jellemző paraméterek alakulása *Florina* fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)

	Florina			
	2021. augusztus	2021. szeptember	2021. október	2021. november
Kutikula vastagsága (μm)	1,79	2,06	2,09	3,59
Epidermisz sejtek magassága (μm)	5,30	5,79	6,14	6,70
Epidermisz sejtek szélessége (μm)	7,19	7,41	10,92	12,32
Hiodermális kollenchima vastagsága (μm)	17,76	21,66	21,78	24,95
Hipodermális kollenchima sejt sorainak száma (db)	3	4	4	4

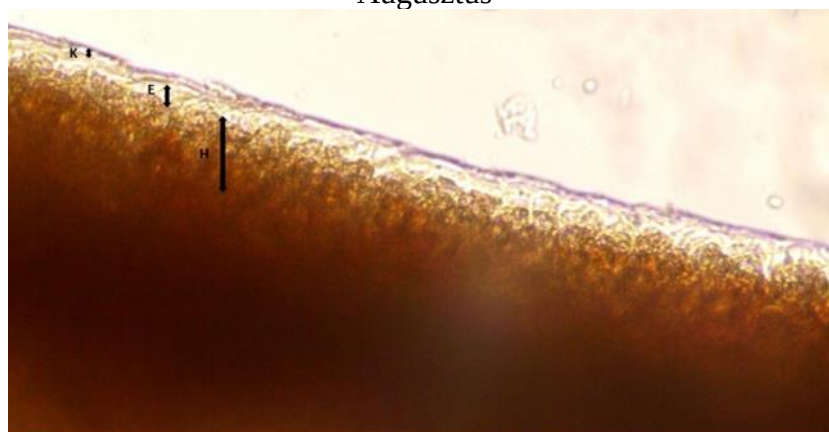
n=5



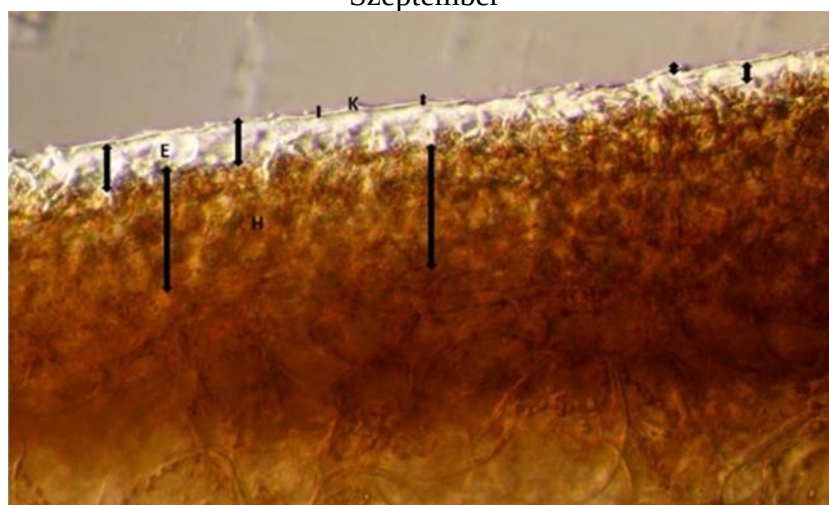
26. ábra: Az almahéj jellemző paraméterek alakulása *Florina* fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)



Augusztus



Szeptember



November

27. ábra: **Különböző fejlettségi stádiumban betakarított Florina almafajta almahéj keresztmetszetének mikroanatómiai szerkezete**

K: Kutikula E: Epidermisz H: Hipoderma

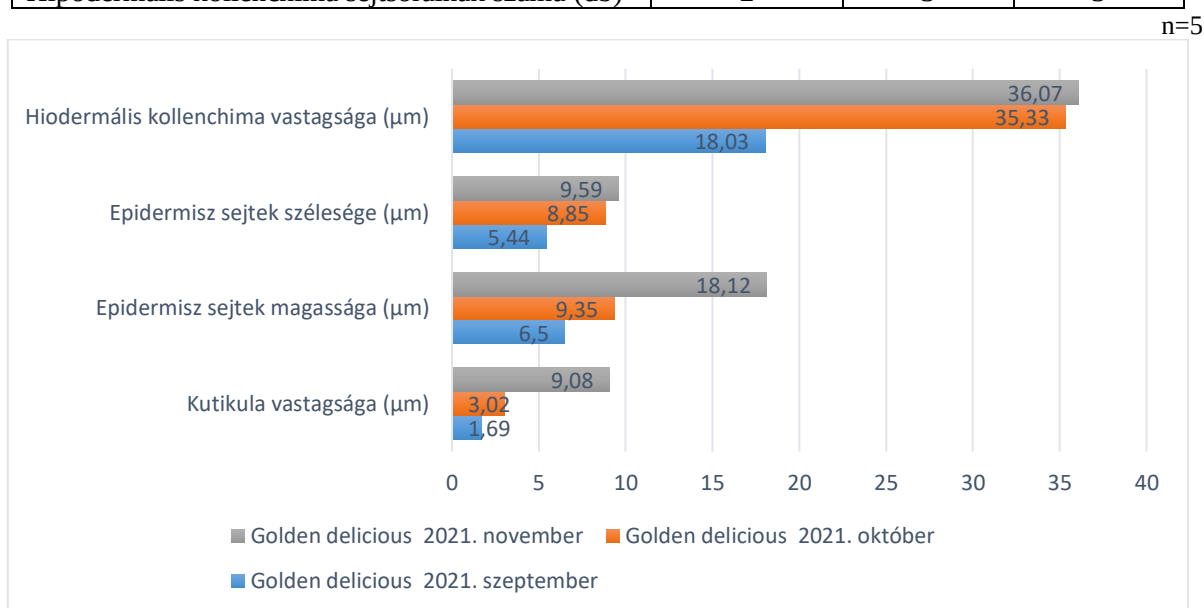
Az epidermisz sejtek magasságát illetően a különböző érési fázisokban közel azonos mértékű változás figyelhető meg. Az epidermisz sejtek szélessége augusztusról és szeptemberre ugyan csak 0,22 μm -rel nőtt, azonban októberre jelentős növekedés volt megfigyelhető.

Akárcsak a kutikula vastagsága, úgy az augusztusi minta hipodermális kollenchimája is megduplázódott novemberre, de a termés fejlődésének korábbi szakaszában, szeptember és október hónapban nem volt megfigyelhető jelentősebb változás (1,2 μm).

A *Golden almafajta* esetében hatalmas növekedés figyelhető meg az első mintavételből és utolsó mintavételből származó minták kutikulájának vastagságában, novemberre ötszörösre vastagodott a kutikula (1,69 μm -ról 9,08 μm -re). Az epidermisz sejtek magasságát illetően megállapítható, hogy szeptemberről októberre kisebb mértékű növekedés volt megfigyelhető, míg októbertől novemberre megduplázódott az epidermisz sejtek magassága (6. táblázat, 28. ábra).

6. táblázat: Az almahéj jellemző paraméterek alakulása *Golden delicious* fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)

	Golden delicious		
	2021. szeptember	2021. október	2021. november
Kutikula vastagsága (μm)	1,69	3,02	9,08
Epidermisz sejtek magassága (μm)	6,50	9,35	18,12
Epidermisz sejtek szélessége (μm)	5,44	8,85	9,59
Hipodermális kollenchima vastagsága (μm)	18,03	35,33	36,07
Hipodermális kollenchima sejtjeinek száma (db)	2	3	3



28. ábra: Az almahéj jellemző paraméterek alakulása *Golden delicious* fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)

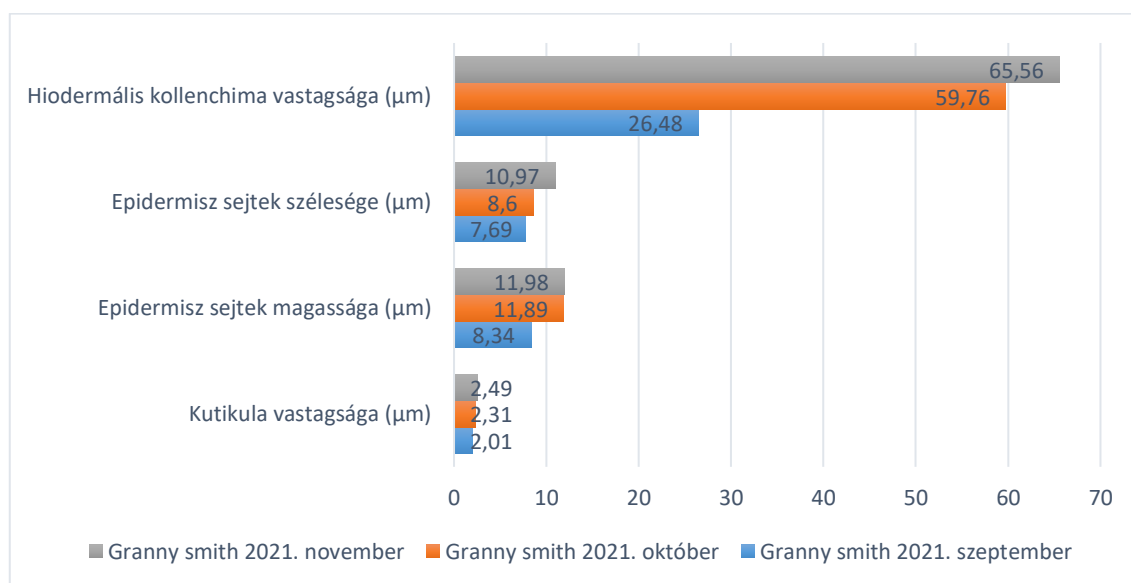
Míg a hipodermális kollenchima vastagsága az első mintavételből származó Golden fajta esetében 18,03 μm volt, a novemberi mintavételből készült keresztmetszet esetében 36,07 μm vastagságúnak volt mérhető. Az októberi és novemberi mintavételből származó almák hipodermális kollenchima rétegeinek vastagsága között kicsi változás észlelhető.

A *Granny Smith* almafajta különböző érési fázisaiban betakarított mintáit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a fajtát jellemző kutikula gyarapodása kis, de egyenletes ütemben történt. Megállapítható továbbá, hogy az epidermisz sejtek magasságbeli változása októbertől novemberre kismértékű (0,09 μm) volt. A vizsgált paraméterek közül a hipodermális kollenchima változása volt a legszembetűnőbb, a szeptemberben begyűjtött minta hipodermális kollenchimája novemberre 2,5-szeresére vastagodott. A hipoderma sejsorainak száma ugyanakkor nem mutatott ilyen mértékű növekedést (7. táblázat, 29. ábra).

7. táblázat: **Az almahéj jellemző paraméterek alakulása Granny Smith fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)**

	Granny Smith		
	2021. szeptember	2021. október	2021. november
Kutikula vastagsága (μm)	2,01	2,31	2,49
Epidermisz sejtek magassága (μm)	8,34	11,89	11,98
Epidermisz sejtek szélessége (μm)	7,69	8,60	10,97
Hiodermális kollenchima vastagsága (μm)	26,48	59,76	65,56
Hipodermális kollenchima sejsorainak száma (db)	3	3	4

n=5



29. ábra: **Az almahéj jellemző paraméterek alakulása Granny Smith fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)**

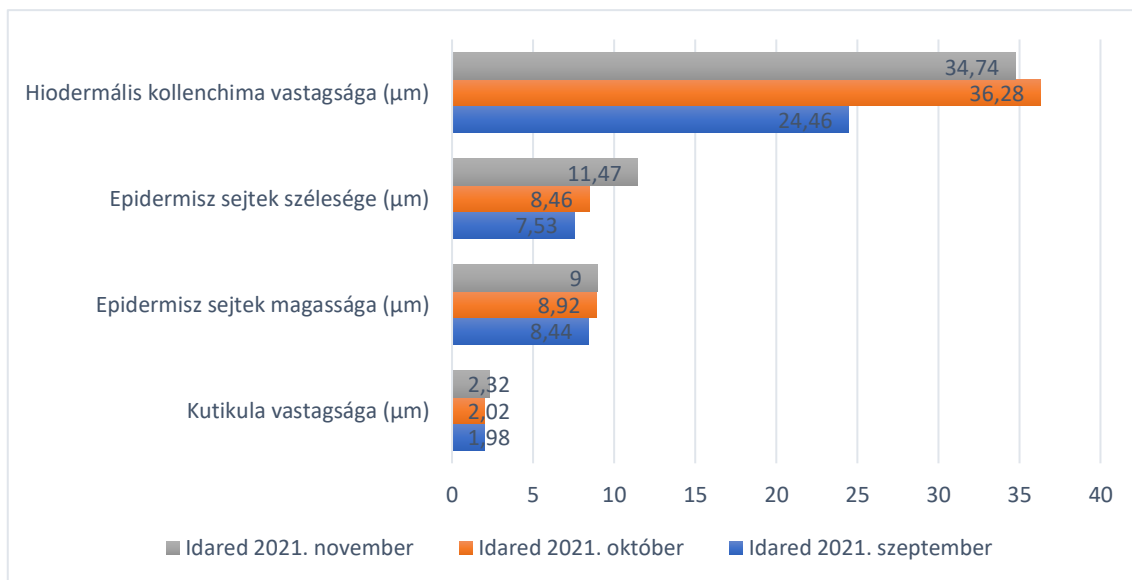
A jó tárolhatósággal rendelkező *Idared* esetében a szeptemberi begyűjtésű alma almahéj keresztmetszetének vizsgálata során 1,98 μm kutikula vastagságot mértünk, ez októberre 0,04

μm -rel vastagodott, a tárolás előtti időszakra pedig a 2,32 μm -es vastagságot érte el (8. táblázat, 30. ábra). Az epidermisz sejtek magasságát illetően a hónapok függvényében minden esetben relatíve kis növekedést figyeltünk meg. Noha az epidermisz sejtek magassága kevésbé növekedett, a hipoderma vastagságában ugrásszerű növekedés volt megfigyelhető a szeptember és október hónapokat figyelembe véve. A hipodermális kollenchima sejtjeinek száma szeptember és október hónapban stagnált (3db), novemberi mintavételezésű Idared esetében 5db hipodermális sejtet számolhattunk meg.

8. táblázat: Az almahéj jellemző paraméterek alakulása Idared fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)

	Idared		
	2021. szeptember	2021. október	2021. november
Kutikula vastagsága (μm)	1,98	2,02	2,32
Epidermisz sejtek magassága (μm)	8,44	8,92	9,00
Epidermisz sejtek szélessége (μm)	7,53	8,46	11,47
Hipodermális kollenchima vastagsága (μm)	24,46	34,74	36,28
Hipodermális kollenchima sejtjeinek száma (db)	3	3	5

n=5



30. ábra: Az almahéj jellemző paraméterek alakulása Idared fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)

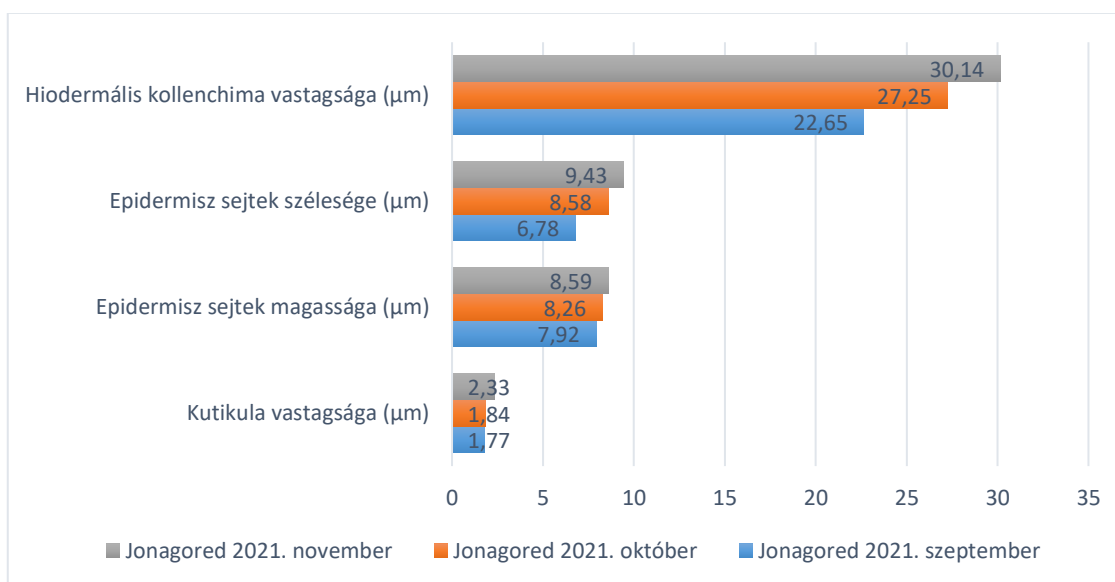
Valamennyi vizsgált almafajta közül a *Jonagored* rendelkezett a legvékonyabb kutikulával, amihez szinten vékony epidermisz réteg párosult. A hónapok alatt mind a kutikula vastagságában, mind az epidermisz sejtek magasságában kisebb mértékű növekedés volt megfigyelhető.

Az epidermisz sejtek szélessége az első hónap mérése során 6,78 μm volt, ami folyamatosan növekedett, így novemberben átlagosan 9,43 μm széles epidermisz sejteket láthattunk a mikroszkóp alatt. A hipodermális kollenchima is növekvő tendenciát mutat a hónapok elteltével, szeptemberről októberre 4,6 μm -t, októberről novemberre 2,89 μm -t vastagodott (9. táblázat, 31. ábra). A hipoderma sejt sorainak száma hónapról-hónapra 1 sejt sorral több lett.

9. táblázat: **Az almahéj jellemző paraméterek alakulása Jonagored fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)**

	Jonagored		
	2021. szeptember	2021. október	2021. november
Kutikula vastagsága (μm)	1,77	1,84	2,33
Epidermisz sejtek magassága (μm)	7,92	8,26	8,59
Epidermisz sejtek szélessége (μm)	6,78	8,58	9,43
Hipodermális kollenchima vastagsága (μm)	22,65	27,25	30,14
Hipodermális kollenchima sejt sorainak száma (db)	2	3	4

n=5



31. ábra: **Az almahéj jellemző paraméterek alakulása Jonagored fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)**

A *Topaz* almafajta almahéj keresztmetszetének mérése során egy hónap eltelte után, szeptemberről októberre 0,55 μm -rel lett vastagabb a kutikula. A következő hónapban ismét 0,57 μm -rel vastagabb lett a kutikula, így a novemberben begyűjtött alma héjának vizsgálata során átlagosan 3,02 μm -es kutikulát mértünk (10. táblázat, 32. ábra). Az epidermisz sejtek magasságának mérése során szintén kis mértékű növekedést észlelhattunk.

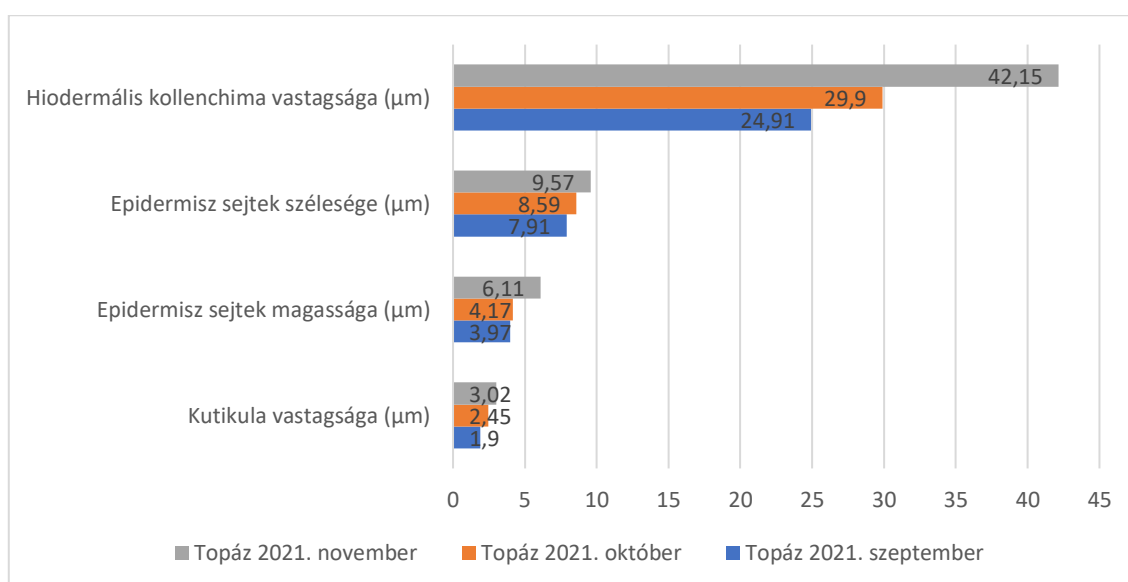
A hipodermális kollenchima a többi fajtához hasonlóan novemberben volt a legvastagabb (42,15 μm), tehát a szeptemberi állapothoz képest több mint 1,5x-ös hipoderma vastagodás

történt. Megállapítható, hogy a hipoderma sejtsorainak száma szeptemberben és októberben nem változott, azonban novemberi minta sejtsorainak száma 2-vel nőtt.

10. táblázat: **Az almahéj jellemző paraméterek alakulása Topaz fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)**

	Topaz		
	2021. szeptember	2021. október	2021. november
Kutikula vastagsága (µm)	1,90	2,45	3,02
Epidermisz sejtek magassága (µm)	3,97	4,17	6,11
Epidermisz sejtek szélessége (µm)	7,91	8,59	9,57
Hiodermális kollenchima vastagsága (µm)	24,91	29,90	42,15
Hipodermális kollenchima sejtsorainak száma (db)	3	3	5

n=5



32. ábra: **Az almahéj jellemző paraméterek alakulása Topaz fajta esetében az almatermés különböző érési fázisaiban (2021)**

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Saját gyümölcsészetünkben szarmazó almafajták (Florina, Idared, Golden, Topaz, Jonagored, Granny Smith) almahéjának mikroanatómiai vizsgálatát végeztük el azzal a céllal, hogy képet kapjunk arról, hogy van-e összefüggés az almafajták tárolhatósága és az almahéj mikroszerkezete között.

A mintákat begyűjtés után zsilett pengével metszettük, festés nélkül fénymikroszkóppal elemeztük. A vizsgálat során mértük az almahéjat fedő kutikula vastagságát, a kutikula alatti epidermisz réteget alkotó sejtek magasságát és szélességét, mértük az ez alatti hipodermális kollenchima vastagságát és sejtsorainak számát, számoltuk az egységnyi területre eső lenticellák számát.

Az egyes almafajták tárolhatósága és az almahéj mikroszerkezete közötti összefüggés-vizsgálatok, valamint az almahéj mikroszerkezetének érés során bekövetkező változásait nyomkövető vizsgálatok eredményeképpen a következő következtetések voltak megállapíthatóak:

- A gyengébb tárolhatósági értékekkel jellemezhető almafajták esetében (Florina, Jonagored) sokkal inkább az epidermisz vastagsága/vékonyabb volta, a termés parenchimatikus szöveteit határoló, közvetlenül az egy sejtsornyi epidermisz réteg alatt megtalálható, másodlagos sejtfalvastagodáson átesett sejtekből álló hipodermális kollenchima rétegek csekélyebb vastagsága, illetve az egységnyi területre eső, főként ezen almafajták esetében megfigyelhető igen magas lenticella-szám, a mikrorepedések nagyfokú jelenléte az, ami a termés tárolás során bekövetkező vízvesztését, apadást idézi elő. Az epidermiszt tagoló mikrorepedések gyakorisága, a repedések mélysége szintén hozzájárulnak a vízvesztés intenzitásához. A hipodermát felépítő sejtek sejtfalvastagodáson estek át, melynek során sejtfalukba para, lignin, szuberin, kutin, viasz be-és ráakódás történt. Ezen anyagok gyakorlatilag a sejtfalak vízájárhatóságát rontják. Minél vékonyabb rétegben határolják az ilyen típusú sejtekből álló sejtsorok a termést, annál valószínűsíthetőbb lesz a termés vízvesztése fokozott. Nyilván a vízvesztés a magas lenticellás transzspirációnak köszönhetően az ilyen adottságú hipodermális kollenchimával jellemezhető almatermések esetében csak fokozódik, csökkentve azok tárolhatóságát, fokozva a tárolás során fellépő minőségi romlást, a termés apadását.
- A Golden delicious, valamint a Granny Smith fajta rendelkezik a legvastagabb epidermisz réteggel, melyhez jelentős vastagságú kutikula réteg is tartozik, ugyanakkor

a lenticellák száma és a mikrorepedések sűrűsége gyengíti hosszú távú tárolhatóságukat. Ezen fajták fogyasztói megítélését ronthatja almahéjuk jelentős vastagsága – a Granny Smith fajta extrémén vastag hipodermális réteggel (50,6 μm) rendelkezik.

- Jobb tárolhatósági paraméterekkel azok a termékek rendelkeztek (Idared, Topaz), amelyek egyrészt vastagabb hipodermális réteggel rendelkeztek, másrészt az egységnyi területre eső lenticella-számuk elenyészőnek volt tekinthető.
- Érdekes megfigyelésként kezelhető, hogy az élő szervezet szempontjából kiemelkedő, a szervezetet érintő oxidatív stressz ellen védelmet nyújtó, antioxidáns hatással rendelkező antocianoid típusú vegyületek egyes almafajták esetében nem csak a hipodermát felépítő sejtek vakuólumjait kitöltő sejtnevelben, oldott állapotban vannak jelen, hanem az epidermisz sejtekben ún. antocianoplasztok formájában is. RO-NA ET AL. (2006) megfigyeléseihez hasonlóan, ilyen jellegeket hordozó almafajtának lehetett az általunk vizsgált almafajták közül az Idaredet beazonosítani. Ugyanakkor szintén érdekes tény, hogy az almafajták antocián tartalma függ a hipodermális kollenchimát felépítő sejtsorok számától is – hiszen ezen sejtek vakuólumjainak sejtneveljében található festékanyagról beszélünk. A vizsgált „piros” almák közül az Idared és a Topaz rendelkezik a legkiterjedtebb hipoderma réteggel (4 sejtsornyi, 31,83, illetve 32,32 μm -es vastagságú).
- Elemezve az almatermés érése során bekövetkező mikroanatómiai változásokat megállapíthattuk, hogy a tárolhatóság sikerességéhez nagyban hozzájáruló szövettani paraméterek ugrásszerűen a betakarítás időpontjának közelében változnak meg, főként a jobban tárolható almafajták esetében. A vízvesztés csökkentésében szerepet játszó szövettani jellemzők fiatal korú termékekben vontatottan fejlődnek szinte valamennyi vizsgált almafajta esetében, kevésbé jól tárolható almafajták esetén vastagságbeli gyarapodási erejük a jól tárolható fajtákhoz képest még az utolsó érési fázisban is jelentősen elmarad.

IRODALOMJEGYZÉK

- Apáti, F. (2010): Az almaágazat helyzete és kilátásai az üzemgazdasági adatok tükrében. *Agrofórum*, 21 (33):44–46.
- Babos K., Sass P., Mohacsy P. (1984): Relationship between the peel structure and storability of apples. *Acta Agronomica Academiae Scientiarum-Hungaricae*, 33: 41–50
- Belding, R. D., Blankenship, S. M., Young, E., Leidy, R. B. (1998): Composition and variability of epicuticular waxes in apple cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 123: 348–356.
- FAO (2011): FAOSTAT-Agriculture. Production. Crops. URL: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
- Faust, M., Shear, C. B. (1972): Fine structure of the fruit surface of three apple cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 97: 351–355.
- Ghafir, S., Gadalla, S.O., Murajei, B. N., El-Nady, M. F. (2009): Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. *African Journal of Plant Science* 3: 133–138.
- Gonda, I. (2000): Minőségi Almatermesztés. PRIMOM Vállalkozásélénkítő Alapítvány, Nyíregyháza.
- Gonda, I. (2004): Almaültetvények művelési rendszereinek és koronaformáinak fejlődése hazánkban. Metszés és metszést kiegészítő eljárások. In.: Gyümölcsök termesztése. (szerk.: Papp J.) 56-62.
- Gonda, I., Apáti, F. (2013): Versenyképes almatermesztés. Szaktudás Kiadó Ház Zrt. Budapest. 317. p.
- Gonda, I., Fülep, I. (2011): Az almatermesztés technológiája. Debreceni Egyetem AGTC Kutatási és Fejlesztési Intézet, Gonda István Betéti Társaság, F. N. Fruit Kft. 260. pp.
- Gonda, I., Vaszily, B. (2014): Gyümölcstermesztés. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen
- Harsányi, G., Nyéki, J., Soltész, M., Gonda, I., Szabó, Z. (2005): Az almatermesztés jövője az Észak-alföldi Régióban. *Agrártudományi Közlemények*. 2005/17.: 35-38.
- Homutová, I. (2005): Změny anatomické stavby exokarpu plodu u vybraných odrůd jabloní. In: ZIMA M., BOLEČEK; P., OMELKA R. (eds.), 4. biologické dni – Progres v biologii, 8.–9. 9. 2005. Nitra, UKF: 214–215.
- Homutová, I., Blažek, J. (2006): Differences in fruit skin thickness between selected apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars assessed by histological and sensory methods. *Hort. Sci. (Prague)*, 33, 2006 (3): 108–113.
- Höhn E. (1990): Quality of apples. *Acta Horticulturae* 285:111–118.
- Knuth, D., Stösser, R. (1987): Vergleich der Sonnen- und Schattenseite von Apfelfrüchten. I. Kutikula, Epidermiszell gröÙe und Oberfläcchenwachse. *Gartenbauwissenschaft*, 52: 49–57.
- Konarska, A. (2014): Morphological, histological and ultrastructural changes in fruit epidermis of apple *Malus domestica* cv. Ligol (Rosaceae) at fruit set, maturity and storage. *ACTA BIOLOGICA CRACOVENSIA Series Botanica* 56/2: 35–48.
- KSH (2011): Agrár idősorok és censusok. Fontosabb gyümölcsfélék termés mennyisége, 1959-2009. http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/agrar/html/tab11_4_2_8.html
- Kumachova, T.H. (2003): Nekatoryje osobennosti ana tomii plodov *Malus domestica* (Rosaceae) v zavisimosti ot vysoty kul'tivirovanija v gorach. *Botaničeskij žurnal*, 88: 75–84
- Link S.O., Drake S.R., Thiede M., E. (2004): Prediction of apple firmness from mass loss and shrinkage. *Journal of Food Quality* 27: 13–26.
- Maguire, K. M., Lang, A., Banks, N. H., Hall, A., Hopcroft, D., Bennet, R. (1999): Relationship between water vapour permeance of apples and micro-cracking of the cuticle. *Postharvest Biology and Technology* 17: 89–96.
- Miller, R. H. (1984): The multiple epidermis-cuticle complex of Medlar fruit *Mespilus germanica* L. (Rosaceae). *Annals of Botany* 53: 779–792.
- Papp, J. (2003): Gyümölcstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Pethő, F. (1984): Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- Pethő, F.(1969): Almatermesztés, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Racskó, J. (2005): Effect of different storage methods on apple (*Malus domestica* Borkh.) fruit quality. International Conference on Biological and Pro-ecological Methods for Control of Diseases in Orchards and Small Fruit Plantations. Skierniewice, Poland. 29-31 August 2005. Abstracts, 56.
- Racskó, J., Major, M. (2005): Ionizáló sugárzások alkalmazása a gyümölcstárolásban, hatásuk a gyümölcsminőségre. Agrárágazat. 6(4):78-81.
- Racskó, J., Sipos, G. (2004): Gyümölcsfélék hűtőtárolása. Agrárágazat. 7(5):74-78.
- Racskó, J., Szabó, Zs. (2004): A hűtőtárolás hatása a gyümölcsök minőségére. Agrárágazat. 5(4):44-46.
- Rakonczás, N. (2007): Az alma minőségét meghatározó tényezők. Agroinform. - 16. (2007) 6. p. 18-19
- Ro-Na, B., Ki-Woo, K., Tae-Choon, K., Seung-Koo, L. (2006): Anatomical Observations of Anthocyanin Rich Cells in Apple Skins. HORTSCIENCE 41(3):733–736.
- Roy, S., Conway, W. S., Watada, A. E., Sams, C.E., Erbe, E.F., Wergin, W. P. (1994): Heat treatment affects epicuticular wax structure and postharvest calcium uptake in 'Golden Delicious' apples. HortScience 29: 1056–1058.
- Sass, P. (1986): Gyümölcstárolás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Sass, P. (1997): Szüret, tárolás és értékesítés (in Integrált gyümölcstermesztés, szerk.: Soltész M.) Soltész, M. (1997): Integrált gyümölcstermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Soltész, M. (1998): Gyümölcsfajta ismeret és – használat. Mezőgazda kiadó, Budapest.
- Szabó, Zs., Racskó, J. (2004): Gyümölcsök tárolása. Agrárágazat. 5(2):32.
- Szücs, E., Kállay, T. (2005): Összefüggés az alma tárolhatósága és a tápanyagellátás között. = Agro Napló. - 2005. 9. 8. 90-91.p.
- Tóth, M. (2006): Az alma fajtahasználat változásának a tendenciái. In: Gonda I. (szerk.). Mi lesz veled magyar alma? Debreceni Egyetem Szaktanácsadási füzetek. Debrecen. 41–48. p.
- Tóth, M. (2013): Az alma. Magyarország kultúrflórája. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Veraverbake, E. A., Lammertyn, J., Saevels, S., Nicolai, B. M. (2001): Changes in chemical wax composition of three different apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars during storage. Postharvest Biology and Technology 23: 197–208.
- Veraverbake, E. A., Verboven, P., van Oostveldt, P., Nicolai, B. M. (2003a.): Prediction of moisture loss across the cuticle of apple (*Malus sylvestris* subsp. *mitis* (Wallr.)) during storage: part 1. Model development and determination of diffusion coefficients. Postharvest Biology and Technology 30: 75–88.
- Veraverbake, E. A., Verboven, P., van Oostveldt, P., Nicolai, B. M. (2003b.): Prediction of moisture loss across the cuticle of apple (*Malus sylvestris* subsp. *mitis* (Wallr.)) during storage: part 2. Model simulations and practical applications. Postharvest Biology and Technology 30: 89–97.
- INTERNET1:<http://faiskola.hu/novenykatalogus/noveny/623-alma-malus-domestica-florina.html>
- INTERNET2: <https://www.sieberz.hu/termek/jonagored-alma/>
- INTERNET3:<http://faiskola.hu/novenykatalogus/noveny/1650-malus-domestica-alma-topaz.html>
- INTERNET4:<https://faiskola.hu/novenykatalogus/noveny/627-alma-malus-domestica-granny-smith.html>
- INTERNET5: Florina alma | Almafa csemeték, ősi almafajták (tunderkertek.com)
- INTERNET6:<https://tunderkertek.com/webaruhaz/gyumolcsfa-csemetek/alma/idared-alma-610>
- INTERNET7:<https://tunderkertek.com/webaruhaz/gyumolcsfa-csemetek/alma/golden-delicious-alma-104>