

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

Fa fajok elkülönítésének lehetősége pigmentek
alapján összefüggésben a szezonális változásokkal

Mileff János
középiskolai tanár

Készült: A JATE Genetikai Tanszék Származástani
részlegén

S z e g e d

1983.

T A R T A L O M

Bevezetés	3. oldal
Irodalmi áttekintés	5. oldal
Anyag és módszer	17. oldal
A kísérletek eredményeinek részletes ismertetése és értékelése	26. oldal
Összefoglalás	86. oldal
Irodalom	92. oldal

BEVEZETÉS

Az utóbbi években azok a kutatások kerültek előtérbe, amelyek egy-egy növény genusz vagy két közeli genusz tagjainak a genetikai és biokémiai-fiziológiai elkülöníthetőségével foglalkozik. Az elkülönített közeli és távoli genuszok összehasonlítása, az értékek közelsége és esetleges nagy távolsága utal az élővilág monofiletikus lezármazására. Az általunk vizsgált hat faj a zárvatermők törzsébe, ezen belül a kétszikűek osztályába tartozik. A levél szerkezete, a vizsgált egyedek faji hovatartozása alapján meghatározó jellegű a kloroplasztisz mennyisége tekintetében. A zárvatermők hajtás csucsát ritkán 3-5 sejtoszlopos, rendszeren kétsejtrétegű tunika takarja. A második tunikarétegben indulnak meg azok a periklinális osztódások, amelyek a levélkezdemény differenciálódását bevezetik, de a levélkezdemény belső szöveteinek kialakításában már a korpusz vesz részt. A levelekben található kloroplasztiszokban zöld pigmentek találhatók. A pigmentek óriási jelentősége az általuk megkötött fényenergia tekintetében emelhető ki. A CO_2 beépüléséhez az I-II. fotokémiai rendszer által előállított NADPH és ATP szükséges. Az ATP származhat az I-II. fotokémiai rendszer működéséből és a terminális oxidációból. A plasztiszokban lévő klorofill mennyiség meghatározza az általuk adszorbeált fény mennyiségét. Az adszorbeált fény mennyisége meghatározza, hogy hány elektron kerül az I-II. fotoké -

miai rendszer elektronszállító pályájára, ezen végighaladó elektronok mennyisége hozza létre a NADPH mennyiséget, és az ATP mennyiségének egy részét. A CO_2 beépülése glükóz, majd keményítő szintézisét eredményezi. A keletkezett anyagok lebontása energiát szolgáltat a szervezetben végbemenő felépítő folyamatokhoz.

Véleményünk alapján a fajok elkülönítése a plasztiszokban előforduló pigmentmennyiség alapján is lehetséges. Ha megvizsgáljuk a fajok rendszertani helyét, származását különbséget tudunk kimutatni közöttük.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A fotoszintetikus pigmentek által abszorbeálható energia mennyisége bizonyos határértékig a pigmentek mennyiségétől függ és mindez a szervesanyag produkcióval szorosan kapcsolatos. A pigmentkomplex mennyiségét a megvilágítás erőssége jelentősen befolyásolja. Kis fényintenzitáson, kb. 10.000 luxig, mesterséges fényben a megvilágítás erősségének növelésével a pigmenttartalom gyarapszik /Kahnovics, 1960., Fried, 1960/.

Magas energiaszinten, szabadföldi fényviszonyok mellett ez az összefüggés ellentétes /Szudnik, 1960., Szudnik-Levitszkaja, 1961, Bibikon, 1961/. A pigmentek mennyiségére a megvilágítás idő hossza is hat. Friend /1960/ szerint napi 8-tól 24 óráig tartó megvilágításnál a fiatal buzanövények pigmenttartalma a megvilágítás időtartamával arányosan növekedett.

Megállapították, hogy a klorofill-tartalom mennyisége a rövidebb hullámhosszu fény hatására növekedik. A fény minősége a pigmentkomponensek mennyiségére a szintézisen keresztül különböző módon hat. A karotinoidok mennyisége pl. alacsony fényintenzitáson a vörös, magasabb fényintenzitáson a kék hatására volt nagyobb /Kahnovics, 1960-1961/.

Hosszu nappalos növényeknél a normális klorofill-tartalom kialakulásához 16 óra megvilágítás szükséges. 9 órás megvilágításnál klorotikus jelenség figyelhető meg /Benedict és mások, 1964/.

A klorofill-a és -b változását elsődlegesen befolyásolja a környezet, elsősorban a fény. A klorofill-tartalom csökkenését a karotin és xantofill változása követi /Flint, 1963/.

A klorofill-tartalom buzánövényénél legnagyobb 20 órás fotoperiodus esetén és lassan csökkent 20-24 órás megvilágítás hatására. Rövidebb idejű - 8 órás - megvilágítás változtatta a klorofill-a és -b arányát. 6 órás megvilágítás úgy hatott, hogy a klorofill-a 80,7 %-ra csökkent, az össz klorofill mennyiségének %-hoz viszonyítva. 8 és 24 órás megvilágításnál 72 %-a volt az össz klorofill-tartalomnak. /Wolf, 1964/.

Salvia növényénél hasonló eredményt kapott Nouillenne /1962/ Saláta, retek, spenót, hagyma növényénél lumineszcenz lámpák fénye és rövid ultraibolya besugárzás jelentős mértékben növelte a klorofill-a mennyiségét, a klorofill-b tartalmát kevésbé /Godnev, 1961/. Eltérő típusu lumineszcenz lámpákkal történő megvilágításnál jelentősen változik a saláta klorofill-a és -b aránya /Kehnovics, 1961/.

A klorofill szintézist a vörösfény serkenti, e hatást az infravörös fény részben csökkenti /Mitrakos, 1961/. Azt tapasztalták, hogy a spenót karotin és xantofilljainak a arányán már néhány perces megvilágítás hatása is kimutatható. A karotinoidok bomlása fenicianiol adagolásra és megvilágítás hatására fokozódik /Lundegardh, 1964/.



Litvinenkó /1964./ kísérleteiből azt az eredményt kapta, hogy etiolált árpanövény zöldülésénél magasabb fényelnyelési maximummal rendelkező klorofillok keletkeztek 685-702, 720-725 mikron elnyelési maximummal.

Protoklorofillból történő klorofill-képződés etiolált árpalevelekben, amikor villanófénnyel világították meg, a másodperc tört része alatt következett be /Madsen, 1963. Virgin, 1964/. Sötétben tartott árpa csiranövények leveleiben lévő protoklorofill mennyisége a megvilágítás hatására gyorsan alakul át klorofill-a komponensé. A klorofill-b keletkezése részben attól függ, hogy milyen a fényintenzitás. Fehér fény hatására a klorofill-b mennyisége eléri a klorofill-a mennyiségét. Vörös és infravörös fény hatására relative lemarad az "a" komponenstől /Augusti - nussen, 1964/.

Az etiolált árpanövényekben rövid fényexpozíció hatására gyorsan megváltozik a festékanyag mennyisége és aránya. A változás a klorofill-a pigmentkomponensen tapasztalták etiolált árpanövényekben, folyamatos fehér fényű megvilágításra felhalmozódott a klorofill-a tartalom.

Etiolált babnövények primér leveleit analizálták spektrofotometriáson. A különböző fény és sötét periódus után a fiatal még növekedő levelekben sötét után a klorofill-a+b mennyisége nem változott, de a klorofill-a-b arány értéke növekedett /Kupke, 1963/.

Etiolált borsónövény szegmenteket izolálták és utána 48 óráig világították. A klorofill-tartalmat vizsgálva megállapították, hogy az izolált csucs részében kevesebb volt a klorofill mennyisége, mint az alapi részekben, az intakt növényben volt a legtöbb /Ulehla, 1961/.

Izotópos vizsgálatoknál azt tapasztalták, hogy a klorofill-a komponensnek mind a fitol, mind a forbin vázában nagyobb a beépülés, mint a klorofill-b frakcióban. Fényen a klorofill-a fitoljában, sötétben a klorofill-b fitoljában mutatható ki nagyobb aktivitás. Nagyon valószínű, hogy a klorofill-a és klorofill-b átalakulás sötétben történik, ami utja a klorofill-b bioszintézisének. A kísérleteket radioaktív C-vel jelzett CO_2 -vel végezték /Slük, 1962/. Etiolált buzanövény ptoroklorofill átalakulását tanulmányozták. Sötétben a fejlődő bablevelekben a klorofill-a és -b arány fokozatosan a klorofill-a felé tolódik el. Felmerült a lehetőség, hogy adott esetben a klorofill-b alakulhat át klorofill-a-ra /Kupke, 1963/. Ez a megállapítás azért érdekes, mert számos megfigyelés és közlés az ellenkezőt bizonyította.

Sötétben a klorofill-a szintézis nem tud teljesen végbemenni. A bioszintézis utolsó lépése a protoklorofill klorofillá történő redukciója a magasabb rendű növényeknél, kevés kivételtől eltekintve fényt igényel /Madsen, 1961/.

Etiolált levelekben a klorofill szintézisét befolyásolni lehet, ha előzőleg vörös és infravörös fénykezelést kapnak. A vörös fény serkenti a klorofill szintézisét, és ezt a hatást teljesen meg lehet szüntetni infravörös fénykezeléssel. Az infravörös fénysugár akkor is gátolja a vörösfény hatását, ha a kezelés után néhány órára sötétbe helyezzük a növényeket és ha az infravörös fényt ciklikusan alkalmazzuk /a legutóbbi kezelés hatása érvényesül / /Madsen, 1962/. Etiolált levelek röntgen besugárzása nagy mértékben gátolja a klorofill-szintézist. A klorofill képződés serkentődik a levelekben, ha a röntgen kezelés előtt néhány percig kapják a fénykezelést, majd több órára sötét és hosszabb időre erős fényhatásnak tesszük ki. Leghatásosabb a vörösfénnyel történő kezelés /Price, 1962/. Etiolált bablevelek kloroplasztiszait növekedésre serkentették úgy, hogy a növényt rövid időszakokra fehér és vörös, illetve csak vörös fénnel világították meg. A plasztiszok kifejlődése megakadályozható infravörös kezeléssel, mivel fejlődésüknek ezt a fázisát valószínűleg a pigmentrendszer is szabályozza /Mego, 1961/.

Tanulmányozták fény hatására a protoklorofill eltűnését a kukorica gyökerekben. Azt tapasztalták, hogy a gyökerek pigmentje kevésbé fényérzékeny, mint a levelek protoklorofillja. Megállapították, hogy a protoklorofillok átalakulása nem arányos a fényintenzitással /Björn, 1963/.

Az árpa klorofillid tartalma nem állandó a növény fejlődése alatt, hanem jelentékenyen változik. A klorofill mennyiségének fokozódásakor a protoklorofillid mennyisége is nő. Éjjel halmozódik a prekurzonok mennyisége, nappal csökken, ezzel egybehangzóan az árnyékban tartott növények protoklorofill tartalma felhalmozódik. A protoklorofill szintézise sötétben megy végbe, a klorofillá váló átalakulás fotokémiai reakció eredménye /Kaler, 1962/.

Kukorica 8-9 napos csiranövényeit 4.000 Rux erősségű lumineszcensz lámpával világították meg. Fokozatosan megzöldültek. Különböző fényexpozícióval növelhető a friss sulyra vonatkoztatott klorofill-tartalom. /Ejdelman, 1963/. Etiolált árpanövényeket folyamatosan és 5 perces intervallumokban világították meg. Figyelték a klorofill-b tartalom változását.

A klorofill-b mennyisége a megszakított világításkor csak elenyészően kevesebb, mint folyamatos világításkor. A vörös fény előkezelés stimulálta a folyamatot, ha utána sötét kezelést is kaptak a növények. Az indukált vörös fény hatása 70 %-ra visszafordítható vegyes fehér-vörös fény kezeléssel /Augustinussen, 1964/. Sötét periodus változtatásával a bablevél klorofill-a-b aránya növekedett /Kupke, 1962/.

Etiolált buza csiranövények közepéhez megvilágításkor gli-

kokoltt adtak. Néhány nap alatt a klorofill erőteljes felhalmozódása figyelhető meg, ha gátoljuk a klorofill szintézist, akkor aminosavak halmozódtak fel /Szudjina, 1963/.

A levelek megjelenésétől számított első két héten a klorofill koncentráció általános növekedése miatt a nem szilárdan kötött klorofill mennyisége a plasztiszokban csökken, a szilárdan kötötteké pedig nő /Bishop, 1963/. Izo - lált kloroplasztiszokban a klorofill-a és -b aránya állandó almalevélben /Protsenko, 1962/. Gátolták a klorofill bioszintézisét antimetabolitokkal zöld és etiolált növények - nél. Mindkét esetben lecsökkent a protein szintézis. A tio - uracilnak és uracilnak volt a legnagyobb gátló hatása /Molotovszki, 1963/.

Izolált levelekben a gyökér eltávolítása után a proteinek bomlása már néhány órán belül megfigyelhető, de bekövetkezik a pigmentek bomlása is. Az izolált levelekben a kloroplasztiszok is morfológiai változást szenvednek, pl. méretcsökkenés. A növények sárgulásával a sztróma teljesen eltűnik, a levelek színváltozása a pigment destrukcióval párhuzamos, ez összefüggésben van a kloroplasztiszok méretével és fehérjetartalmával.

A pigment destrukció jól észlelhető a sárgulás folyamán. Kimutatták az összefüggést a fehérje-N és pigmenttartalom

változása között gyökértelen növényekben. A protein bomlása minden esetben gyorsabban indul meg, mint a pigment bomlás. Sötétben tartott levelek fehérje bomlása és pigment tartalma között nem mutattak ki összefüggést, a sárgulást a levágás után a kloroplasztisz protein tartalmának csökkenése kísérte. A proteinek és a sárga komponensek között olyan laza a kapcsolat a levélben, hogy alig idéz elő változást a levágás.

Irodalmi adatokból a gyökér anyagcsere szabályozó szerepének érvényesülése a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére és a kloroplasztiszok szerkezetére bizonyítottnak tekinthető. Az egyes klorofill molekulák /-a és -b/ degradációjának különbsége szintén részlegesen ismertnek tekinthető. Feltehető, hogy egyes klorofill-a komplexok képződése a zöldülő levelekben, illetve bomlása a gyökértelenítés hatására nem egyforma intenzitással megy végbe.

Fejessaláta pigmenttartalmának gyarapodása a levelek osztódásos növekedésének befejezéséig tart, majd az öregedéssel kapcsolatosan kimutatható a pigmenttartalom fokozatos csökkenése /Szalai-Horváth, 1968/.

A kétszikű növények fejlődésének folyamán a fotoszintetikus pigmenttartalom a tenyészidő utolsó harmadában csökkenő tendenciát mutat.

A zab növény etiolált és albino leveleiben a plasztida fej-

lődése a differenciálódás egy bizonyos szakaszában meg - áll, és a szerkezeti blokkolással kapcsolódik a klorofill képződés elmaradása /Maruyama, 1961/.

A klorofill-a 685 és 670 mikron adszorpciós maximumnál lezajló fotokémiai redukciók mikromorfológiai lehetőségét a kloroplasztiszok szerkezetének hidrofíli és hidrofob karaktere biztosítja az ultrastrukturális szerkezetből adódóan /Rabinozitch, 1963/.

A levelek megjelenésétől számított első két héten a klorofill koncentráció általános növekedése miatt a nem szilárdan kötött klorofill mennyisége a plasztiszokban csökken, a szilárdan kötötteké pedig nő /Biskop, 1963/. Izo - lált kloroplasztiszokban a klorofill-a és -b aránya állandó az almalevélben /Protsenkó, 1962/.

Gátolták a klorofill bioszintézisét antimetabolitokkal zöld és etiolált babnövényeknél. Mindkét esetben lecsökkent a protein szintézis. A tiouracilnak és uracilnak volt a legnagyobb gátló hatása /Molotovszki, 1963/.

Gibberellin 0,1 %-os oldatának hatására a levéllemez sejteiben kevesebb számú és részben deformált szerkezetű kloroplasztisz keletkezett. A fotoszintézis intenzitását jobban fokozta a gibberellinsav 0,02 %-os koncentrációban, mint 0,1 %-os oldatában. A kezelés után 15 napra a gibberellin serkentő hatása a fotoszintézis intenzitására sok -

kal nagyobb, mint 30 nap után. A gibberellinnel kezelt csiranövény klorofill tartalma erősen csökken az intenzív növekedés miatt. Etiolált és izolált növény gibberellines kezelésénél szintén klorofill csökkenés figyelhető meg /Hoffmann, 1964/.

Klasszikusnak mondjuk már James 1933-ban tett megállapítását, hogy gomba, vagy vírus fertőzés hatására a fertőzött növények légzésintenzitása a kontrolhoz képest háromszorosára emelkedik. A továbbiakban megállapították, hogy a pentozfoszfát sönt enzimeinek aktivitása fokozódik /Udvardy-Horváth, 1964/.

A zöld festékanyagok mennyisége a fertőzés, illetve pusztulás előrehaladásával csökken, majd a sárga festékanyagok bomlása is bekövetkezik - a növények levelét, vagy hajtását vizsgálva a gyökér levágása után, az idő függvényében a légzés és enzimaktivitás fokozódás mellett először a fehérjéhez kötött klorofill-a mennyisége csökken, majd a klorofill-b, majd 4-5 nap múlva a sárga festékek mennyisége is.

A pigment-komponensek mennyiségi eloszlását vizsgálták két hetenként a vegetációs idő alatt. Tavaszi időszakban a klorofill-a és -b mennyisége volt nagyobb, ősz elején a sárga festékek mennyisége növekedett /Spencer 1973/. Malus fajoknál és Cydonia oblonga-nál azt tapasztalták, hogy augusztus

végére a zöld festék mennyisége lecsökken, a sárga komponensek igen nagy mennyiségben találhatók /Horváth-Fazekas 1977/.

Termésérésnél mind a sárgafestékek mennyisége, mind az aszkorbinsav tartalom igen magas értékű a termékekben és a levelekben /Kurlyanchik és mások, 1980/.

A Sorbus termésében napfényes ősszel augusztus végén és október elején igen sok a sárga festék, 16,1-19,8 mg/100 g-ban az aszkorbinsav mennyisége is 105,4-125 mg/100 g /Derenkó, 1974/.

Az össz pigment mennyiség öregedő zöld levelekben is csökken a tradescantia 48 napos leveleiben már csökkent mennyiség mutatható ki /Sapozhnikov és mások 1978/.

Alacsony fényintenzitás ősszel a pigmentkomponensek mennyiségének csökkenését idézi elő /Kutas, 1979/. A klorofillok és a sárga festékek aránya változik lényegesen vegetáció folyamán /Esztrada, 1971/.

A pigmentek mennyisége június elejéig a legtöbb és a fotoszintézis aránya is /Watson Landsberg, 1979/.

A sárgulási folyamatoknál a talaj magas foszfortartalma nem játszik szerepet /Mülner, 1979/. Sárgulást korai öregedést herbicidek is előidéznek /Björn, Forsberg, 1979/.

A gyökér levágása után a kinetin mint retardans 4-5 napig a gyökeres növény szintjén tartja a pigmenteket és csak

ezután következik a lebomlás. A gyökér eltávolítása után retardáns nélkül 10 perc múlva a klorofill-a lebomlása kimutatható. /Horváth-Lasztity, 1967/.

A növényi pigmentek mennyisége és a fotoszintetikus aktivitás között paralelitás van, mely függ a levelek korától, az ágak illetve hajtások hosszától. A levelek kora, a törzs, a hajtás hosszúsága befolyással van a víz felvételére. A jobb vízfelvevő fajoknál intenzívebb a fotoszintézis. A vegetációs idő alatt a lombhullató fás növényeknél a fotoszintézis intenzitása két maximumot mutat. Az első maximum június végén és július elején, a második augusztus végén és szeptember elején van.

A pigment komponensek megoszlása követi a vegetációs időszakot, így a június-július időszakban a zöld festékek mennyisége nagyobb, augusztus, szeptember időszakban már a sárga komponensek mennyisége növekszik az előző időszakhoz hasonlítva. A levelek öregedésekor a lombhullásra való felkészüléstől a lombhullásig a sárga pigmentek lebomlása fajonként különböző ütemű, de nem minden fajnál vizsgálták ezt az időszakot a sárgafesték komponensekkel kapcsolatban.

Anyag és módszer

A kísérleteket négy vadalma fajjal és az Acer platanoides-szel, az Acer pseudo-platanus-szal és Fraxinus ornus-szal végeztük. A fajok az egyetemi fűrészkertben találhatók.

Malus hupenensis /Pam./ Rehd.

Cserje vagy fa, 5-7 méter magas, ágai meredek, kiterjedtek, kezdetben szőrösek, majd kopaszok. Levelei tojásdad - hosszukások, 5-10 cm hosszúak, kihegyezettek, éles fogaszélűek. A levélbázis kerek vagy enyhén szilva alakú, alul enyhén szőrös színűek. A virágok kívül, mint a rügyek, először rózsás, később fehér színűek. 4 cm szélesek, illatosak, 3-7 virág áll egy csoportban. A csésze és a csészefogak vöröslők, szőrösek. A termés gömb alakú, kb. 1 cm vastag, zöldessárga, vöröslő foltokkal. Őshazája Kína, Assam.

Malus purpurea /Barbier/ Rehd.

A Malus atosanguinea és Malus pumila hibridje. Nagy cserje v. kis fa. Erős növéssű, ágai igen hosszúak, a kéreg fekete-barna. A levelek tojásdadok, hegyesek, 8-9 cm hosszúak, fogasok, az erős, hosszú hajtáson elszórva 1-2 levél. A virágok 3-4 cm nagyok, purpurvörösén virágzó, de néhány nap után elhalványodnak. Korán virágzanak. A termés gömbös biborpiros, 1-2 cm vastag maradó termés-csészével, hosszú nyéllel. Orleansban 1900. körül Barbier állította elő.

Malus micromalus Makino

Felegyenesező kis fa vagy cserje. 4 m magasságig nő, kb. 3 m széles. Ágai hosszúak, sárgásbarnák, először szőrösök, majd kopaszok. Levellei 5-10 cm hosszúak, eliptikusok, kihegyesedők. Levélbázis ékalaku, levélszél finoman fogazott. A virágok közül 3-5 áll egy csomóban, rózsaszínűek, az elvirágzásig nem halványulnak ki. Nagyságuk 4,5-5 cm. Kora májusban virágzanak. A termés gömbalaku, de enyhén szegletes, 15 cm átmérőjű, sárga. Őshazája ismeretlen. 1856. körül hozták Japánból, de ott vadon nem fordul elő.

Cydonia oblonga Mill.

Cserje vagy kis fa. Gyakran bokoralakúra nevelik, oltással szaporítják, 1,5-5 m-re nőhet, vékony sötétszürke ágakat fejleszt. Levellei tojásdadok, vagy oválisak, 5-10 cm hosszúak, épszerűek, fiatalon fehér szőrökkel borítottak, amelyek a fonákon meg is merednek. Májusban jelennek meg fehér vagy rózsaszín virágai, melyek 4-6 cm nagyságúak. Termése 5-9 cm átmérőjű, kb. 10 cm hosszú, körte vagy alma alaku, sárga esetleg zöldessárga, többnyire sima, helyenként gyapjasan szőrös. Őshazája Kis-Ázsia, Kelet-Európában évszázadok óta kultizált. Két változata van: a rav.piri - formis Medic, termése körte alaku, és a rav.maliformis Mill. termése alma alaku.

Acer platanoides /korai juhar/

Főleg hegyvidéki bükköseink, sziklás erdeink fája. Levélkaréjai kihegyezettek. Zöldessárga, jól mézélő virágos, a levelek kibontakozása előtt virítanak. Üde, mélytalaju erdeinkben elegyfának és gyors növekedése miatt sorfának alkalmas.

Acer pseudo-platanus /hegyi juhar/

Lombosodás után virító, mézillatu, zöldes virágai lecsüngő, hosszukás fűrtben állnak. Hűvös, párateltebb levegőjű termőhelyeket kedvel, főleg bükköseinkben, szurdokerdeinkben él. Parkokban és sorfának gyakran ültetik. Fája igen értékes ipari fa.

Fraxinus ornus /virágos v. manna kőris/

Levelük szárnyasan összetett, viráguk változatos alaku, termésük lependék. Dél-Európa száraz, meleg sziklás talaju bokorerdeinek jellemző fája.

Három módszert alkalmaztunk:

Első: 1 g levelet késhegynyi kvarchomokkal és 1 ml acetonnal elhomogenizáltuk. Állni hagytuk, míg az aceton elpárolog. Toluollal kevergetés közben a pigmenteket kioldjuk 10 ml-es mérőbe, 10 ml végtérfogatba bemossuk. Elkészítjük az

oszlopot: cellulózport toluollal önthető masszává kell keverni, ezzel felöntjük az oszlopot, állandóan pótolva a toluolt. Ha az oszlopbeállt, rárétegezzük 1 ml kivonatot, majd utána toluollal öntjük fel. Megfigyelhető, hogy szétválik a sárga és zöld színanyag, előbb sárga karotinok és xantofillok válnak le, majd zöld klorofillok.

Főzőpohárba külön felfogjuk az anyagokat, majd a karotint és a xantofillt kiegészítjük 10 ml-re, a zöldet 20 ml-re toluollal és fotometráljuk különböző nm-en a különböző színanyagokat.

430 nm: karotinok
480 nm: xantofillok
650 nm: klorofill-b
660 nm: klorofill-a

Számításokat a következő képletek alapján végeztük:

karotin	$\frac{E \cdot 100.000}{116}$	pigment/g friss suly
xantofill	$\frac{E \cdot 100.000}{125}$	pigment/g friss suly
klorofill-a	$\frac{E \cdot 20.8.935}{91}$	pigment/g friss suly
klorofill-b	$\frac{E \cdot 20.9.075}{48}$	pigment/g friss suly

Második: Az össz pigmenttartalom meghatározása a következő módszerrel történt:

1 g friss levelet 2+8 ml pH-7 foszfátpufferben homogenizáljuk. A rázóötölcsérbe 1 ml ioncserélt vizet teszünk. A dönszcészéből 3 ötölcsérbe egyenként 2 ml homogenizátumot mértünk. Azonnal zárjuk a rázóötölcseréket. Összerázás után 20 percig állni hagyjuk. Közben háromszor megrázzuk. 20 perc után a rázóötölcsérbe 10 ml ioncserélt vizet mérünk, rázzuk, zárjuk azokat és ismét állni hagyjuk. Üledék után 5 percig centrifugáljuk. Utána leöntjük a felüluszt és ezt mérjük acetonnal szemben 660 nm hullámhosszon.

A pigment mennyiségének kiszámítása:

$$\frac{\text{extinció} \cdot 2}{325} = \text{pigment/mg friss súly}$$

Harmadik:

Pigmentek kivonása

A pigmentek extrakcióját, elkülönítését Maróti és Gabnai /1971/ által közölt módszer szerint végeztük. A levélkorongokat két ml 100 % acetonnal és 8 ml éterrel /fp. 80 °C/ lehűtött dörzsmozsárban kevés MgCO_3 vagy CaCO_3 jelenlétében eldörzsöltük. Az oldószerek mennyiségét 4 részre osztva dörzsöltük el az anyagot úgy, hogy az összes pigment kivonatot dekantáltuk.

A teljes kivonatot ezután 5 ml térfogatra egészítettük ki.

Az így nyert pigment kivonat teljes egészében, szinte változatlanul tartalmazza a karotinokat, xantofillokat és a klorofillokat. A kivonat vagy extraktum közvetlenül felhasználható vékony réteg kromatográfiás elválasztásra.

Festékek elkülönítése

A klorofillokat, karotinokat és a xantofillokat vékony réteg kromatográfiával különítettük el /Maróti és Gabnai 1971/. A réteg készítéséhez cellulózpor és szilikagél keverékét használtuk. 10 g szilikagélt és 10 g cellulózport 78 ml desztillált vízzel /elektromos keverővel/ egy perc alatt homogén péppé kevertük. A pépből pipettával 8 ml-t 18-szor 5 cm-es zsirtalanított és száraz üveglemezre vettünk fel. A felkenést üvegbot segítségével végeztük. A réteg vastagsága 200-300 u. A lemezeket vízszintesen és pormentes helyen 10-12 óráig szobahőmérsékleten tartottuk, majd 120 C° -on 1-2 óráig aktiváltuk. A lemezek kihülés után azonnal használhatók. A kész lemezeket exikátorban tároltuk. Minden pigment kivonathból lemezre 1 ml-t vittünk fel, a start a lemez szélétől 3 cm-re képződött. A kromatogram kifejlesztéséhez nem szárítottuk a foltokat. A kromatogram kifejlesztés hűtőszekrényben, sötétben a következő keverékkel történik:

benzin-isopropil alkohol-víz = 100-12:0,25



Az egydimenziós felszálló módszert alkalmaztuk. A kifejtés távolsága 10-14 cm, futtatási idő kb. 30 perc.

A spektrofotometriás vizsgálatokhoz a szinanyag zónákat nedvesen hántottuk le, hogy az epoxidos karotinok változást ne szenvedjenek. A lefejtéshez zsiletpenge a legalkalmasabb. Az egyes szinanyagokat metanolban eluáltuk, centrifugáltuk, majd abszorpciós görbéket vettünk fel. Az így nyert tiszta anyagból a mennyiséget spektrofotométerrel mértük.

A mg/g száraz sulyra vonatkozó pigment mennyiségeket a mért extinkciók alapján Hager, A. Maxer-Bertenráth T. /1966./, /lásd irodalomban Maróti-Gabnai cikk/ által közölt módszer szerint számoltuk, a következő képlet alapján:

$$p = \frac{\text{mg pigment}}{1 \text{ g szárazsúly}} = \frac{E \cdot a \cdot z \cdot 10}{E_1^{1\%} \text{ cm} \cdot b \cdot w}$$

a= összpigment kivonat ml-e acetonban

b= összkivonatból /a/ a vékonyrétegre felvitt kivonat mennyisége ml-ben

z= az oldószer ml-e, amelyben 1 szinanyag zóna a kromatográfiás szétválás után eluálva van.

E= a szinanyag oldat lemért extinkciója z-nél

$E_1^{1\%}$ cm = az illető szinanyag specifikus extinkciós koefficiense, amelyben az extinkció mérésnél felhasználtuk oldószerként.

$W =$ a felhasznált levélmennyiség pigmentnyerésének száraz
súlya g-ban.

A pigment %-os megoszlását az 1 g száraz súlyra vonatkozó
mennyisége átlagából számítottuk.

1. táblázat

Az egyes karotinoidok specifikus extinkciós koefficiensei

Pigment	$E_{1\%}^{1\text{cm}}$
- Karotin	2420
- Karotin	2200
- Lutein 5,6 epoxid	2400
Violaxantin	2500
Lutein	2540
Anteraxantin	2350
Neoxantin	2270
Zeaxantin	2480
Klorofill-a	840
Klorofill-b	815

A kísérletek eredményeinek részletes
ismertetése és értékelése

Kísérleteinket 3 éven keresztül végeztük. Évi négy alkalommal - március, április, május, szeptember - vettünk levélmintákat. Három különböző módszerrel dolgoztunk, minden szinszétválasztást kétszer ismételtünk.

A *Malus hupenensis* vadalmazfaj klorofill és karotinoid mennyiségi vizsgálatánál a következőket tapasztaltuk /1. ábra, 2. táblázat/:

A márciusban vett mintákból kivont festékanyagok közül a legkisebb mennyiségben a klorofill-b, a legnagyobb mennyiségben a karotin volt jelen /2. táblázat/. Összehasonlítva a klorofill és a karotinoid mennyiséget a karotinoidokból volt több.

Áprilisban szintén a karotinoidok mennyisége mutatkozott többnek. Májusban a klorofillok mennyisége már felülmulta a karotinoidok mennyiségét, a sorrend a következő: klorofill-b, klorofill-a, xantofill, karotin.

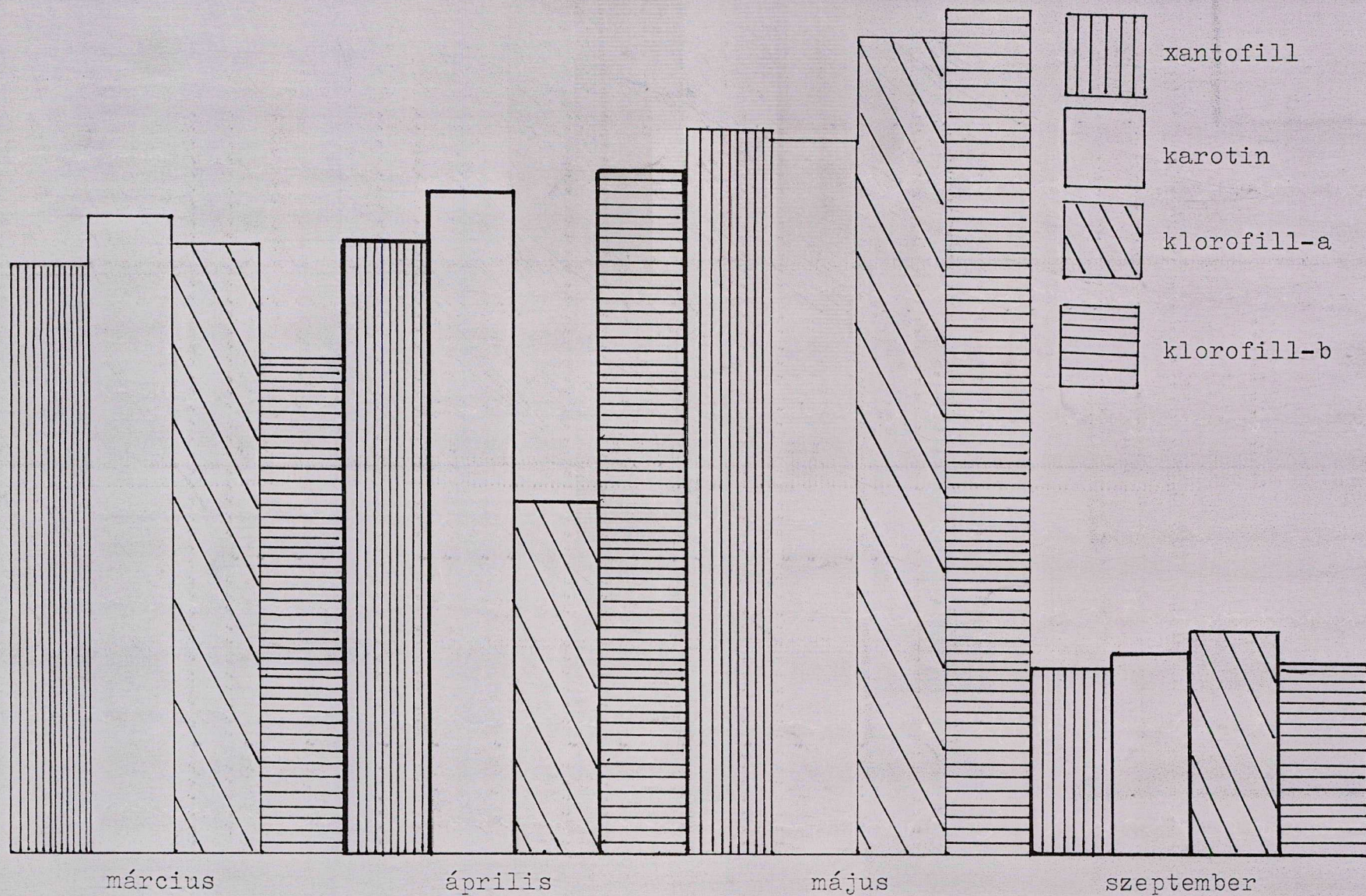
A xantofill és a karotin mennyisége csaknem teljesen megegyezett, hasonlóan a klorofill-a és a klorofill-b-je is. Szeptemberben közel megegyező mennyiségben tudtuk kimutatni a klorofillokat és a karotinoidokat. Az össz pigment - mennyiség március, április, május folyamatos emelkedést mu-

tat, majd szeptemberben hirtelen lecsökken. A klorofillok mennyiségének csökkenése nagyobb mértékben következett be mint a karotinoidoké /2. táblázat, 1. ábra/.

2. táblázat

Malus hupenensis festékkomponensek mennyiségének alakulása
levélben

<u>mintavétel ideje</u>	<u>festékek</u>	<u>mg/g</u>	<u>össz.</u>
március	xantofill	0,24600	0,51100
	karotin	0,26500	
	klorofill-a	0,25375	0,45800
	klorofill-b	0,20425	
			0,94890
április	xantofill	0,25600	0,53200
	karotin	0,27600	
	klorofill-a	0,14700	0,42050
	klorofill-b	0,28350	
			0,96250
május	xantofill	0,24300	0,48400
	karotin	0,24100	
	klorofill-a	0,28500	0,57790
	klorofill-b	0,29290	
			1,06190
szeptember	xantofill	0,15800	0,32300
	karotin	0,16500	
	klorofill-a	0,18500	0,34880
	klorofill-b	0,16380	
			0,67180



1. ábra

Malus micromalus leveleiből vett minta márciusi eredménye: karotin a legtöbb, utána a xantofillok következnek, majd a klorofill-b és végül klorofill-a /3. táblázat, 3. ábra/.

Áprilisban a sorrend kis mennyiségi növekedés mellett ugyanaz maradt. Márciusban, áprilisban az összpigment mennyiségben a karotinoidok mutatkoztak többnek a klorofillok-
kal szemben /3. táblázat, 3. ábra/.

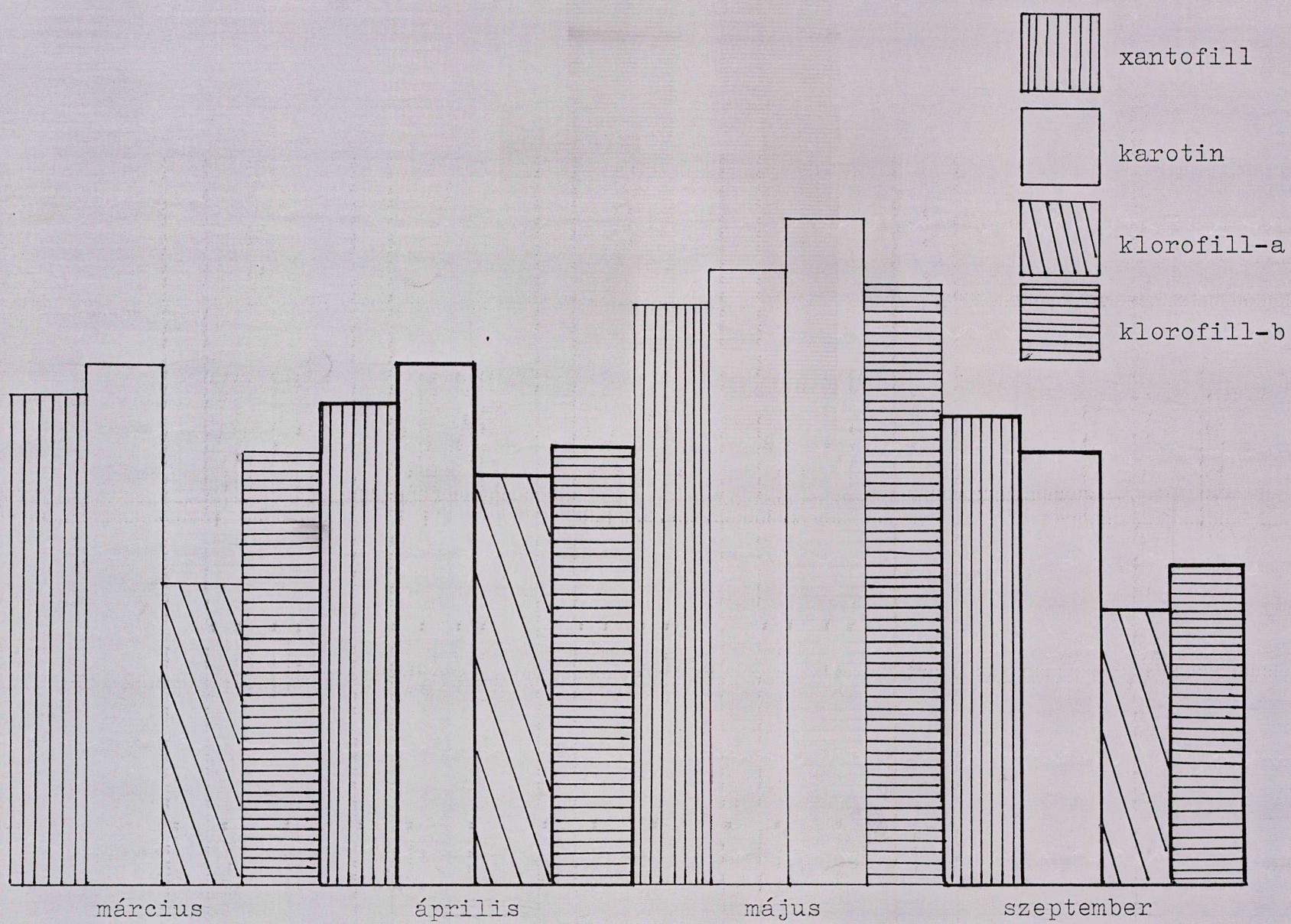
Májusban a pigmentek mennyisége a következőképpen alakult: legkevesebb volt a xantofillokból, majd a klorofill-b és a karotin csaknem teljesen azonosak, végül a legtöbb a klorofill-a, mely 0,32500 mg/g-mal kiemelkedik a többi közül. A klorofillok mennyisége ebben a hónapban már meghaladta a karotinoidokét. A következő időpont szeptember volt, amikor a *Malus micromalus* leveleiből kivontuk a klorofillokat, a karotinokat és a xantofillokat. Ekkor a következőt tapasztaltuk: a legtöbb xantofill volt, majd a karotin és a klorofill-b következett, végül a klorofill-a mutatkozott a legkevesebbnek. A karotinoidok mennyisége több mint a klorofilloké. Márciusban, áprilisban és májusban az összpigment mennyiség folyamatosan nőtt. Májusi magas pigmenttartalom után szeptemberben hirtelen csökkenés mutatkozott. A szeptemberi összpigment mennyiség a márciusi alá csökkent /3. tábla, 3. ábra/.

3. táblázat

Máluc micromalus festékkomponensek mennyiségének alakulása
levélben

<u>mintavétel ideje</u>	<u>festékek</u>	<u>mg/g</u>	<u>össz.</u>
március	xantofill	0,24400	0,50690
	karotin	0,26290	
	klorofill-a	0,17030	0,38280
	klorofill-b	0,21250	
			0,88970
április	xantofill	0,27200	0,56600
	karotin	0,29400	
	klorofill-a	0,19990	0,41890
	klorofill-b	0,21900	
			0,98490
május	xantofill	0,27500	0,57300
	karotin	0,29800	
	klorofill-a	0,32900	0,62040
	klorofill-b	0,29140	
			1,19340
szeptember	xantofill	0,23100	0,44210
	karotin	0,21110	
	klorofill-a	0,12120	0,30430
	klorofill-b	0,18310	
			0,74640

Klorofilok és karotinoidok változásai a
Malus micromalus leveleiben



3. ábra

A *Malus purpurea* volt a harmadik vadalmazfaj, melynek a leveleiben előforduló klorofillokat, xantofillokat, valamint a karotinokat vontuk ki. Szintén négy különböző időpontban történtek a vizsgálatok. Márciusban /4. táblázat, 4/b ábra/ legtöbb a klorofill-b-ből volt, utána a xantofillok, majd a karotinok és végül a klorofill-a következett. A karotinoidok mennyisége több volt, mint a klorofilloké. Áprilisban végzett vizsgálatok alkalmával a kapott értékek igen közel kerültek egymáshoz /4. táblázat, 4/b ábra/. A mennyiségi sorrend: klorofill-a, xantofill, melyek csaknem teljesen meg egyeztek, utána a karotin, majd a klorofill-b következik, szintén egész közeli eredménnyel /4. táblázat, 4/b ábra/. A karotinoidok mennyisége nagyobb volt, mint a klorofilloké. Májusban a mért eredmények alapján: karotin, klorofill-a, xantofill és klorofill-b volt a mennyiségi sorrend. A karotinoidok 0,56940 mg/g, a klorofillok 0,54100 mg/g mennyiséget mutattak, tehát ebben a hónapban is a karotinoidokból volt több.

Az utolsó méréseket szeptemberben végeztük. A karotinoidokból 0,54180 mg/g, a klorofillokból 0,41500 mg/g volt. A sorrend a következőképpen alakult: karotin, klorofill-b, xantofill, klorofill-a /4. táblázat, 4/b ábra/. Az összpigment mennyiséget figyelembe véve március, április, május folyamatos emelkedés tapasztalható, szeptemberben csökkenés.

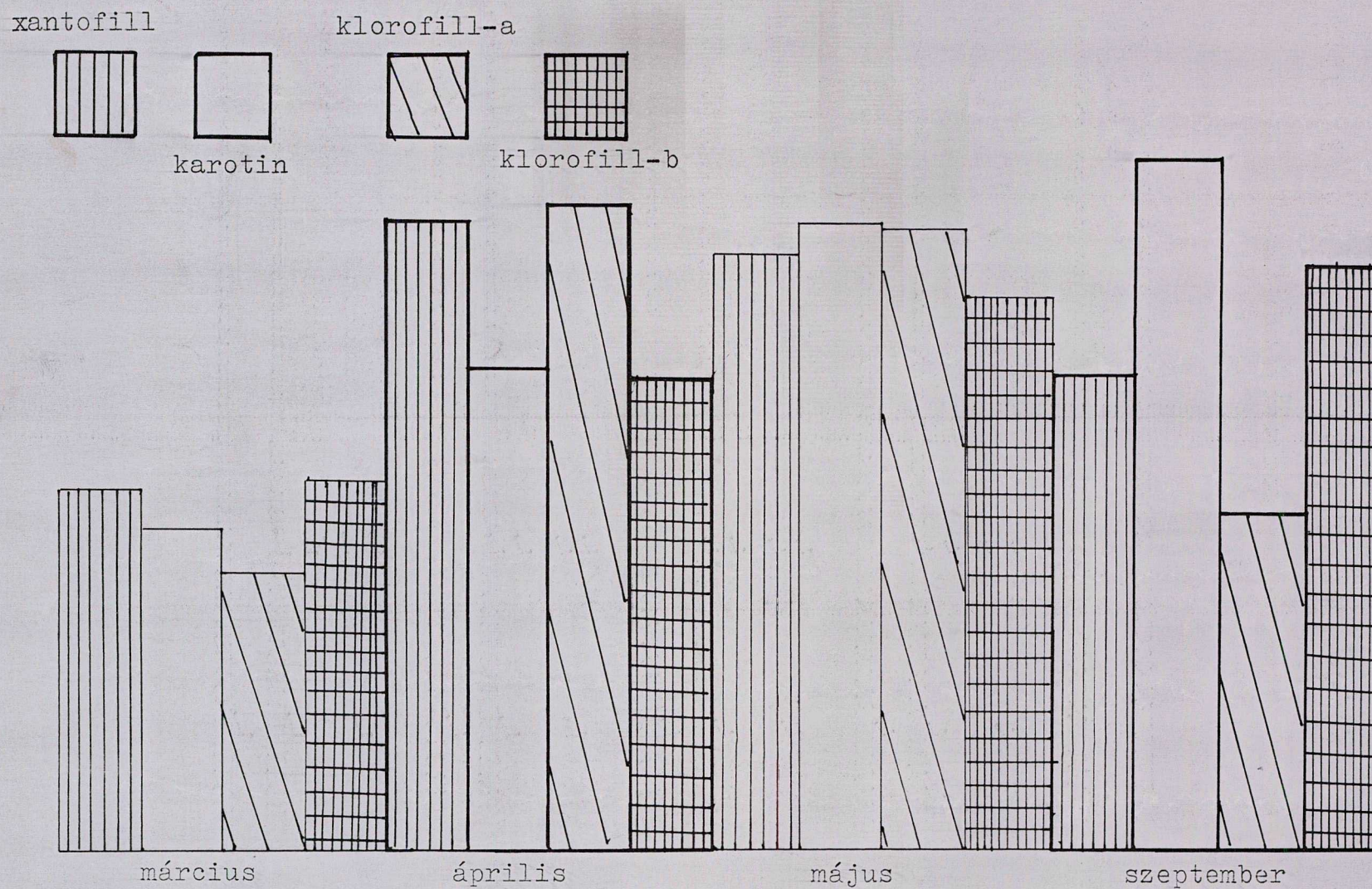
A levelek pigmentmennyisége szeptemberre úgy csökken, hogy kevesebb az áprilisinál, de több a márciusban mértnél.

4. táblázat

Malus purpurea festékkomponensek mennyiségének
alakulása levélben

<u>mintavétel ideje</u>	<u>festékek</u>	<u>mg/g</u>	<u>össz.</u>
március	xantofill	0,15400	0,28800
	karotin	0,13400	
	klorofill-a	0,11020	0,26770
	klorofill-b	0,15750	
			0,55570
április	xantofill	0,29600	0,51490
	karotin	0,21890	
	klorofill-a	0,29810	0,51150
	klorofill-b	0,21340	
			1,02640
május	xantofill	0,72600	0,56940
	karotin	0,29340	
	klorofill-a	0,29100	0,54100
	klorofill-b	0,25000	
			1,11040
szeptember	xantofill	0,21640	0,54180
	karotin	0,32540	
	klorofill-a	0,14300	0,41500
	klorofill-b	0,27200	
			0,95680

Klorofilok és karotinoidok változásai
Malus purpurea leveleiben



4/b. ábra

A három vadalmazfaj után a negyedik fajként a vadbirs /Cydonia oblonga/ leveleiben található színanyagot vizsgáltuk. A számszerű eredményeket az 5. táblázat tartalmazza.

A márciusi mérések alapján a karotin tartalom nagyobb volt, mint a xantofill, a klorofill-a és a klorofill-b-ből nem tudtunk kimutatni mennyiséget. Áprilisban a karotinoidok mennyisége több volt a klorofillokénál /5. táblázat, 4/a ábra/.

A sorrend: karotin, xantofill, klorofill-b, klorofill-a. Májusban a klorofillok növekedése az áprilisinak a tízszeresére, a karotinoid mennyiség viszont csak 1,85-ször több, mint áprilisban.

A nagy növekedésbeli különbség ellenére az összkarotino - id mennyiség mégis több, mint a klorofill mennyiség. A kimutatott színanyag nagyságbeli sorrendje a következő: karotin, xantofill, klorofill-b, klorofill-a /5. táblázat, 4/a ábra/. A szeptemberi színanyagvizsgálat eredménye: a levelekben a legtöbb volt a karotin, majd a xantofill és végül klorofill-b, klorofill-a következett.

A klorofill-a mennyisége a többihez viszonyítva igen kevés, ez magyarázható az ősszel történő lebontó folyamatokkal. Az összpigment mennyiségből 0,43520 mg/g a karotinoidok mennyisége és 0,18090 mg/g volt a klorofilloké.

A májusi mennyiséghez képest a karotinoidoké kevéssel, a klorofilloké nagyobb mértékben csökkent. A márciusban kimuta -

tott összpigment mennyiség minimálissal, de több volt mint az áprilisi, viszont áprilisban a karotinoidok mennyisége /0,34900 mg/g/, a márciusiéhoz képest csökkent /0,42800 mg/g/. A karotinoid mennyiségben ugyan csökkenés mutatkozik, de megjelent a klorofill-a és a klorofill-b, melyet nem tudtunk kimutatni márciusban. Az összpigment mennyiséget figyelembe véve a legkevesebb márciusban volt, majd utána április következett. A legtöbbet májusban mértünk, szeptemberben ismét csökkenés mutatható ki, de az a csökkenés nem éri el az áprilisi szintet /5. táblázat, 4/a ábra/.

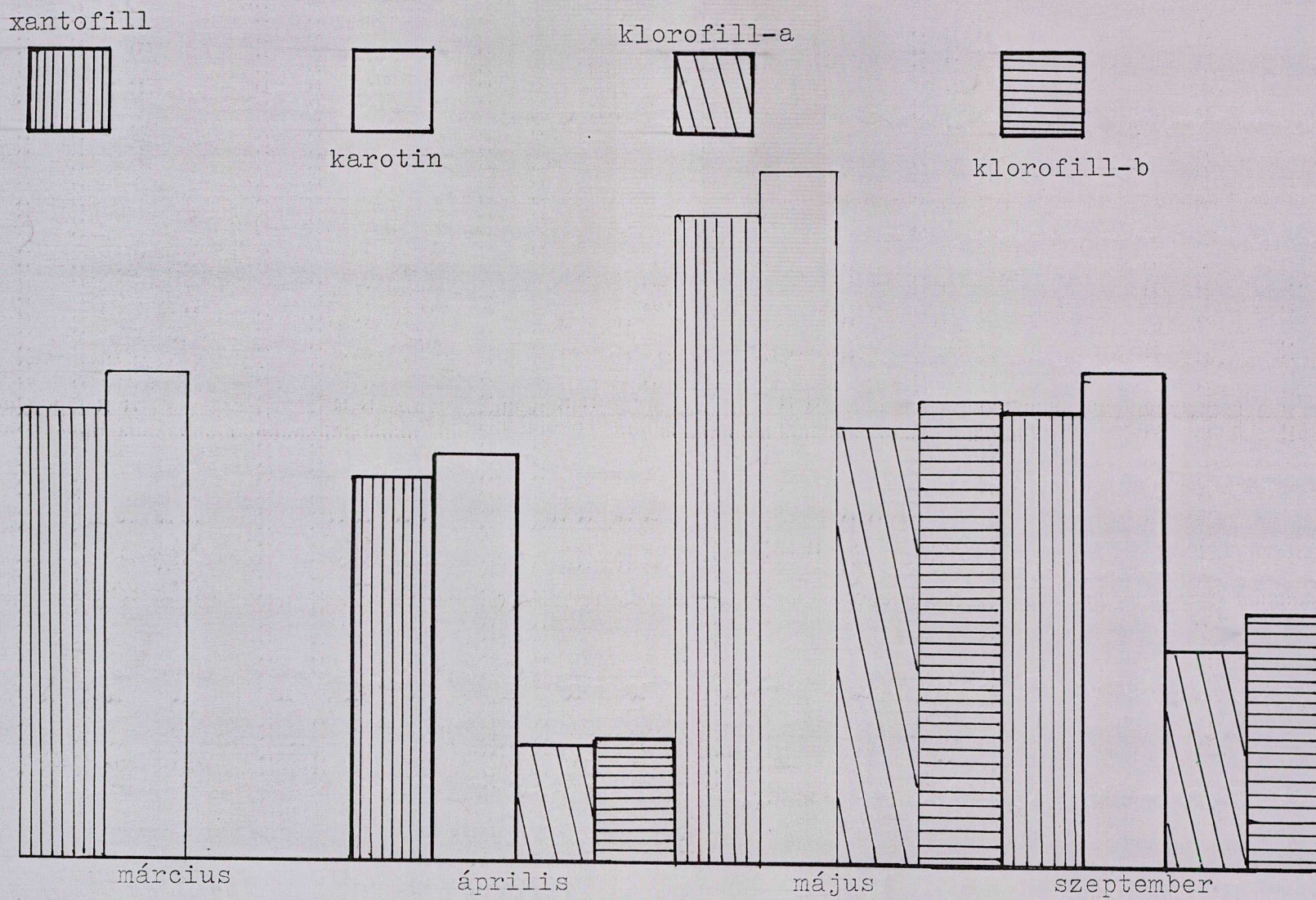
A három vadalma faj és az egy vadbirs faj vizsgálatait összehasonlítva a következőket tapasztaltuk. A három vadalma faj eltérést mutat a festékkomponensek eloszlásában, és a pigmentek mennyiségében. A vadbirs mindhárom vadalma fajtától eltér. A szeptemberi eredmények mind a négy fajnál a festékek mennyiségének csökkenését mutatták. A sárga pigmentek mennyiségét figyelembevéve ezek még igen nagy mennyiségben találhatók a levelekben. A három vadalma faj összpigment mennyiségét megvizsgálva a legkevesebb a *Malus hupenensis*-ben volt, utána a *Malus micromalus* következik, a legtöbb viszont a *Malus purpurea*-ban mutatható ki /5. ábra/.

5. táblázat

Cydonia oblonga festékkomponensek mennyiségének
alakulása levélben

<u>mintavétel ideje</u>	<u>festék</u>	<u>mg/g</u>	<u>össz.</u>
március	xantofill	0,20600	0,42800
	karotin	0,22200	
	klorofill-a	-	0,42800
	klorofill-b	-	
			0,42800
április	xantofill	0,16800	0,34900
	karotin	0,18100	
	klorofill-a	0,01700	0,03850
	klorofill-b	0,02150	
			0,38750
május	xantofill	0,30800	0,64000
	karotin	0,33200	
	klorofill-a	0,19970	0,41230
	klorofill-b	0,21260	
			1,05230
szeptember	xantofill	0,20800	0,43520
	karotin	0,22720	
	klorofill-a	0,08030	0,18090
	klorofill-b	0,10060	
			0,61610

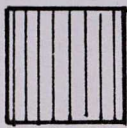
Klorofillok és karotinoidok változásai a
Cydonia oblonga leveleiben



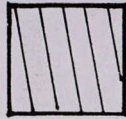
4/a. ábra

Összpigment mennyiség

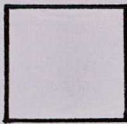
5. ábra



Malus
hupehensis



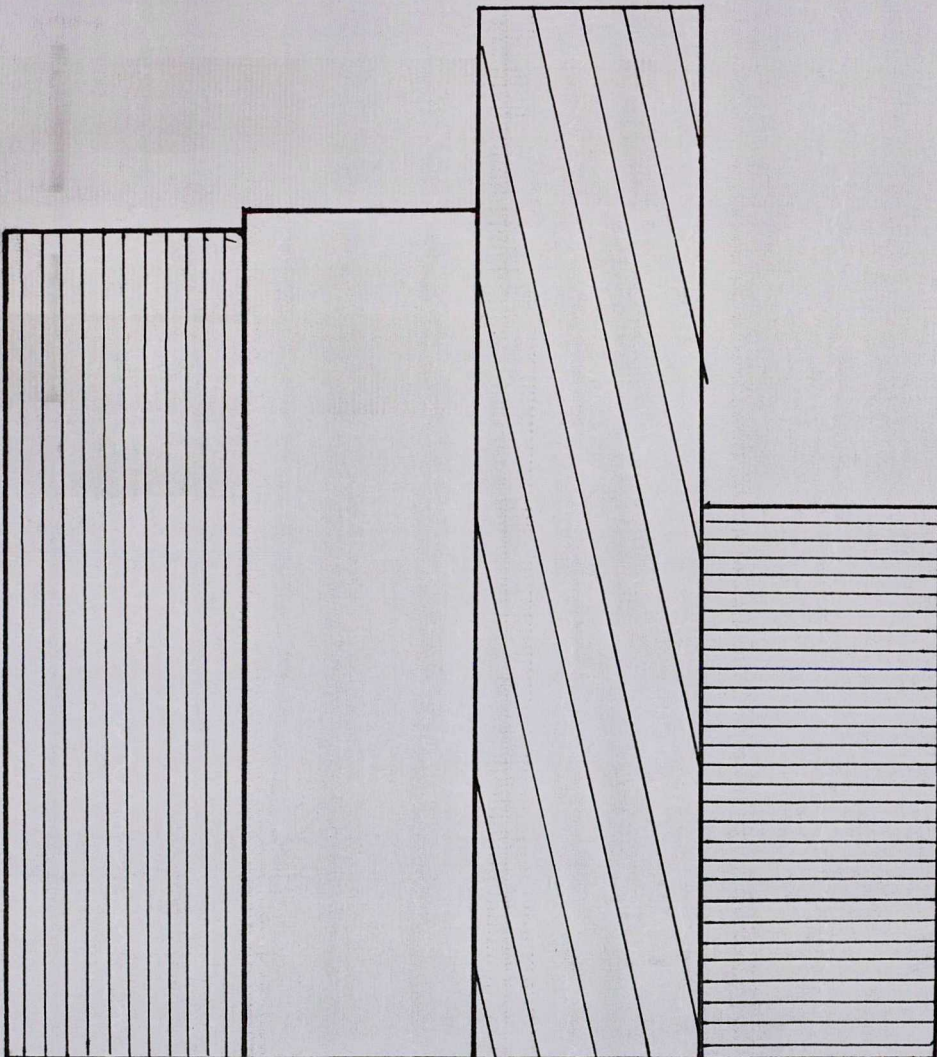
Malus
purpurea



Malus
micromalus



Cydonia
oblonga



A *Malus* fajok közül a *Malus purpurea*, valamint a *Cydonia oblonga* karotinoid és klorofill mennyiségeit összehasonlítva az az érdekesség mutatkozik, hogy mindkét faj esetében márciusban, áprilisban, májusban és szeptemberben is a karotinoid tartalom felülmulta a klorofill tartalmat. /4. táblázat, 5. táblázat/.

Kísérleti eredményeink helyességét igazolja a Bot.Közlem. 64. kötet 4. füzet 1977. Vadalma fajok vizsgálata /Horváth, H. Mária-Fazekas Márta/.

A vadalma és a vadbirs fajok után három erdei fa fajjal foglalkoztunk. Az *Acer platanoides* az *Acer pseudo-platanus* és a *Fraxinus ornus*, mind három közepes vízfelvételű fa faj. A mintákat ősszel és tavasszal vettük. Célunk a tavaszi és az őszi pigmentmennyiség meghatározása. Ősszel a zöld, a sárga és a sárgászöld leveleket külön megvizsgáltuk. A tavaszi eredmények: az *Acer platanoides* zöld leveleiben a klorofill-b mennyisége felülmulta a klorofill-a-jét. Hasonló eredményt kaptunk az *Acer pseudo-platanus* és a *Fraxinus ornus* esetében is /6. táblázat/. Az összpigment mennyiséget megvizsgálva 1,881 mg/g volt az *Acer pseudo-platanus* leveleiben, majd az *Acer platanoides* 1,336 mg/g-mal következik, utolsó a *Fraxinus ornus* 1,075 mg/g-mal./6. ábra/.

Az őszi zöld levelekben mindhárom faj esetében az össz klorofill mennyiség több volt, mint a tavaszi levelekben / 6. táblázat, 7. táblázat/. Ez azzal magyarázható, hogy tavasz-

szal a mintavétel idejében még a levelek növekedésben voltak. Amennyiben megvizsgáljuk a klorofill-a, és a klorofill-b mennyiséget, azt tapasztaljuk, hogy a tavaszi levelekben még a klorofill-b volt nagyobb mennyiségben, viszont az őszi levelekben már mindhárom faj esetében a klorofill-a mutatkozott nagyobbnak /6. táblázat, 7. táblázat/.

Az őszi mintákat megvizsgálva a zöld levelekben az összklorofill mennyiség alapján a következő sorrend állítható fel: *Acer pseudo-platanus*, *Acer platanoides*, *Fraxinus ornus* /7. ábra, 7. táblázat/. A sárga és a sárgászöld leveleket megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy szintén az előbbi sorrend állapítható meg a klorofill összmennyiséget figyelembe véve /7. táblázat, 8. ábra, 9. ábra/.

Az *Acer platanoides* sárgászöld leveleiben /0,246 mg/g/ és a *Fraxinus ornus* sárgászöld leveleiben /0,312 mg/g/ összklorofill csökkenése sokkal kisebb mértékű, mint az *Acer pseudo-platanus* esetében /0,980 mg/g/, a zöld levelekben mért mennyiséghez képest. A sárga levelek klorofill tartalmát összehasonlítva /7. táblázat/ közel azonos mennyiséget tudunk kimutatni mindhárom faj esetében /9. ábra/. E három faj esetében ez után megvizsgáltuk az őszi levelekben az összpigment mennyiséget. Természetesen mind három faj esetében az összpigment mennyiség a legtöbb a zöld levelekben volt. Kiemelkedik a szinanyag tekintetében az *Acer pseudo-platanus* 4,5102 mg/g-mal, utána jóval kevesebbel az

Acer platanoides következik /2,7244 mg/g/, majd mint minden esetben a Fraxinus ornus következik 1,6334 mg/g mennyiséggel. A sárgászöld levelekben az összpigment nagyság csökkent. Acer platanoides 1,9531 mg/g, Acer pseudo-platanus 2,1978 mg/g, Fraxinus ornus 1,3024 mg/g.

Megállapítható, hogy a fajok között az előzőekben felállított sorrend megmaradt, viszont a mért értékek nagymértékben közeledtek egymáshoz. A sárga levelek összpigment mennyiségét összehasonlítva, mindhárom faj esetében közel azonos értékeket kaptunk /8. táblázat/. Az Acer platanoides zöld, sárgászöld és sárga leveleinek összpigment mennyiségét a 8. táblázat tartalmazza, összehasonlítást segíti elő a 10. ábrán látható oszlop és kördiagram. Az Acer pseudo-platanus-ra vonatkozó adatokat szintén a 8. táblázat tartalmazza, áttekinthetőséget pedig a 11. ábra adja. Hasonló a Fraxinus ornus-ra is a 8. táblázat vonatkozik és a 12. ábra. Ezek után összehasonlítottuk az Acer platanoides zöld, sárgászöld, sárga leveleiben, az Acer pseudo-platanus zöld, sárga, sárgászöld leveleiben és a Fraxinus ornus zöld, sárgászöld és sárga leveleiben található összpigment mennyiséget. Így is, mint az előzőekben, a mennyiségi eredmények alapján középen helyezkedik el az Acer platanoides, a legtöbb szinanyag az Acer pseudo-platanus-ban volt, a legkevesebb pedig a Fraxinus ornus-ban /8. táblázat, 13. ábra/.

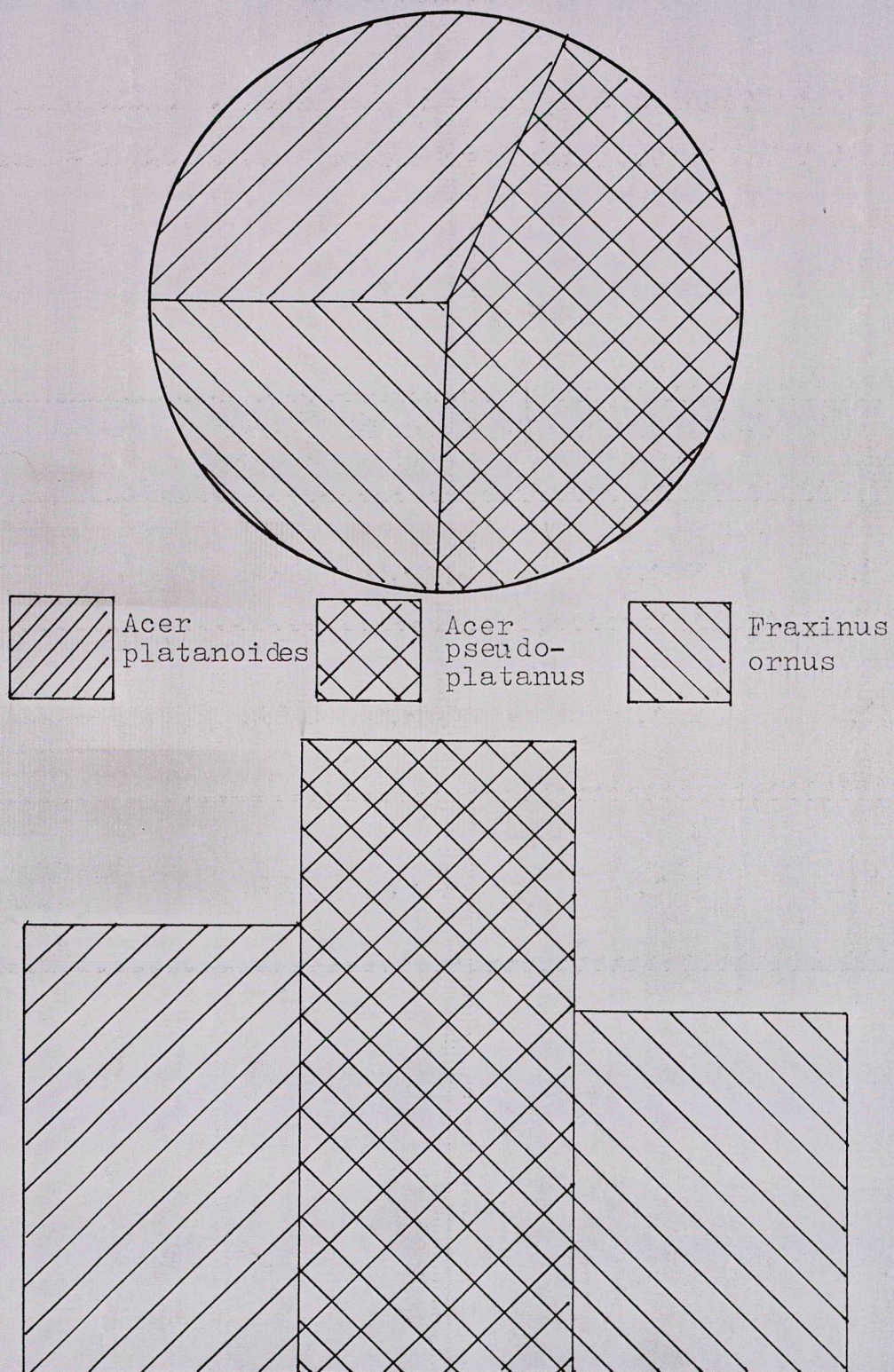
6. táblázat

A klorofillok változásai az Acer platanoides, Acer pseudo-platanus és a Fraxinus ornus leveleiben tavasszal

	levél színe	klorofill-a mg/g	klorofill-b mg/g	össz klorofill mennyiség mg/g
Acer platanoides	zöld	0,654	0,682	1,336
Acer pseudo- platanus	zöld	0,899	0,982	1,881
Fraxinus ornus	zöld	0,499	0,576	1,075

Klorofillok megoszlása tavasszal
a zöld levelekben

6. ábra



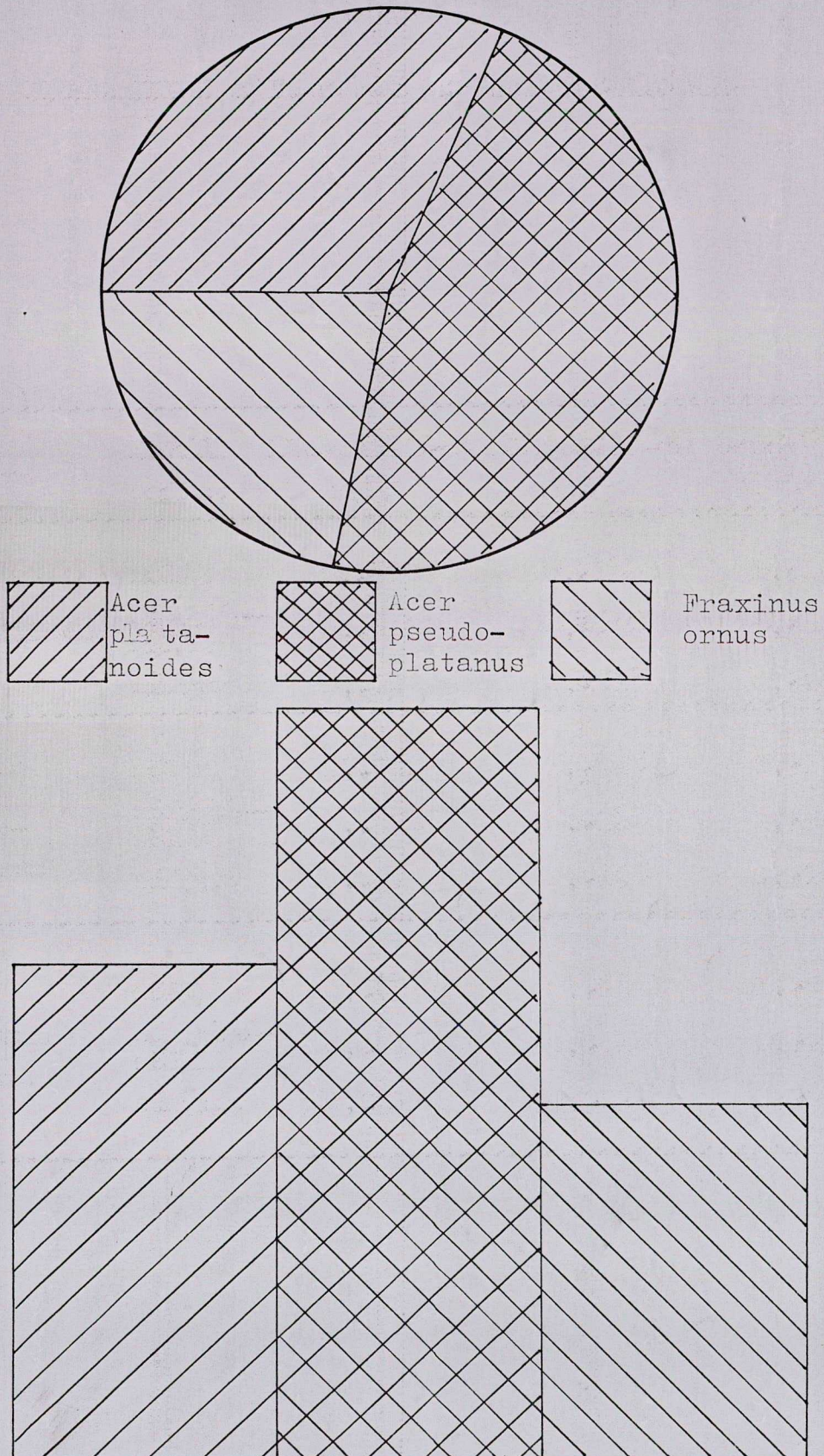
7. táblázat

A klorofillok változásai az őszi levelekben

F a j	levél színe	klorofill-a mg/g	klorofill-b mg/g	össz klo- rofill meny- nyiség mg/g
Acer platanoides	zöld	0,792	0,718	1,510
	sárgás- zöld	0,682	0,582	1,264
	sárga	0,321	0,201	0,522
Acer- pseudo- platanus	zöld	1,212	1,101	2,312
	sárgás- zöld	0,721	0,611	1,332
	sárga	0,299	0,219	0,518
Fraxinus ornus	zöld	0,579	0,515	1,094
	sárgás- zöld	0,481	0,301	0,782
	sárga	0,281	0,223	0,504

A klorofillok megoszlása ősszel a
zöld levelekben

7. ábra



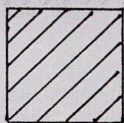
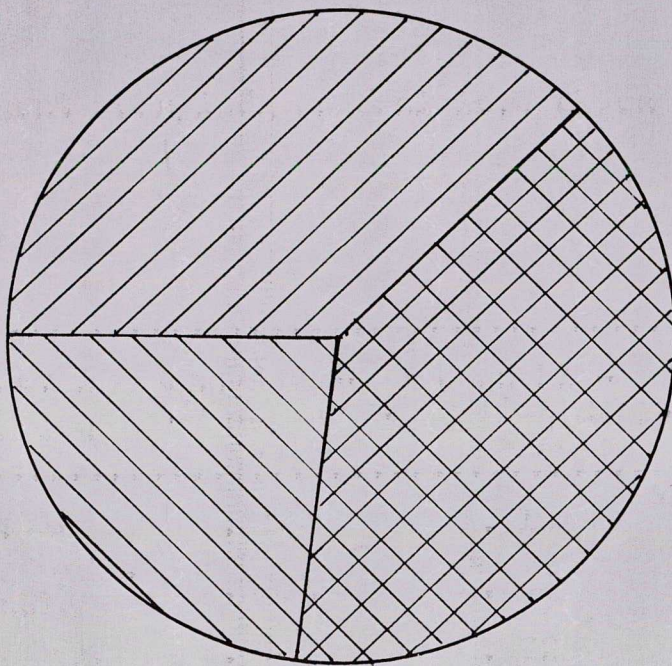
8. táblázat

Összpigment mennyiség az őszi levelekben

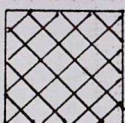
f a j	levél színe	össz karo- tinoid meny. mg/g	össz klo- rofill meny. mg/g	össz pig- ment meny.
Acer platanoides	zöld	1,2144	1,510	2,7244
	sárgás- zöld	0,6891	1,264	1,9531
	sárga	0,3037	0,522	0,8257
				5.5032
Acer- pseudo- platanus	zöld	2,1982	2.312	4.5102
	sárgás- zöld	0,8658	1,332	2,1978
	sárga	0,3053	0,518	0,8233
				7,5313
Fraxinus omnis	zöld	0,5384	1,095	1,6334
	sárgás- zöld	0,5204	0,782	1,3024
	sárga	0,3638	0,505	0,8688
				3,8046

A klorofillok megoszlása ősszel a
sárgászöld levelekben

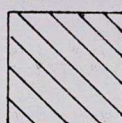
8. ábra



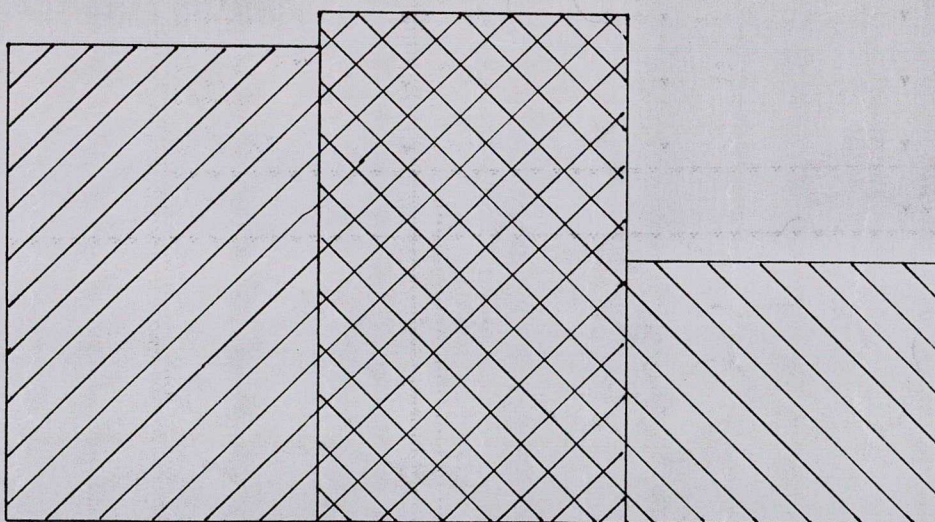
Acer
platanoides



Acer-pseudo
platanus

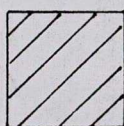
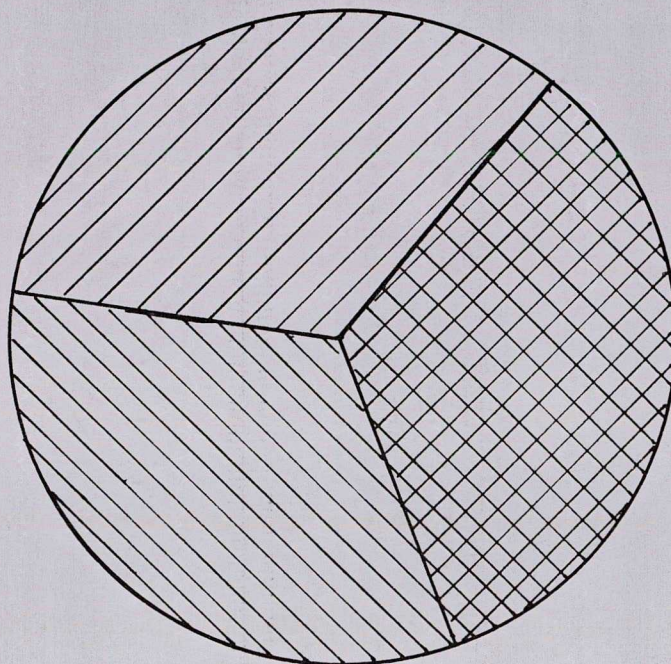


Fraxinus
ornus

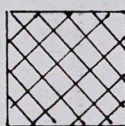


A klorofillok megoszlása a sárga levelekben

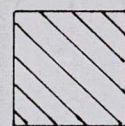
9. ábra



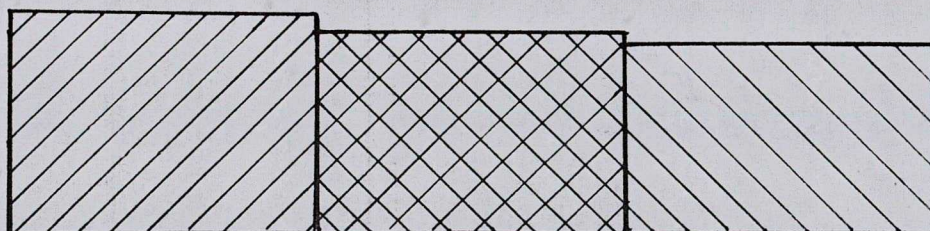
Acer
platanoides



Acer
pseudo-
-platanus

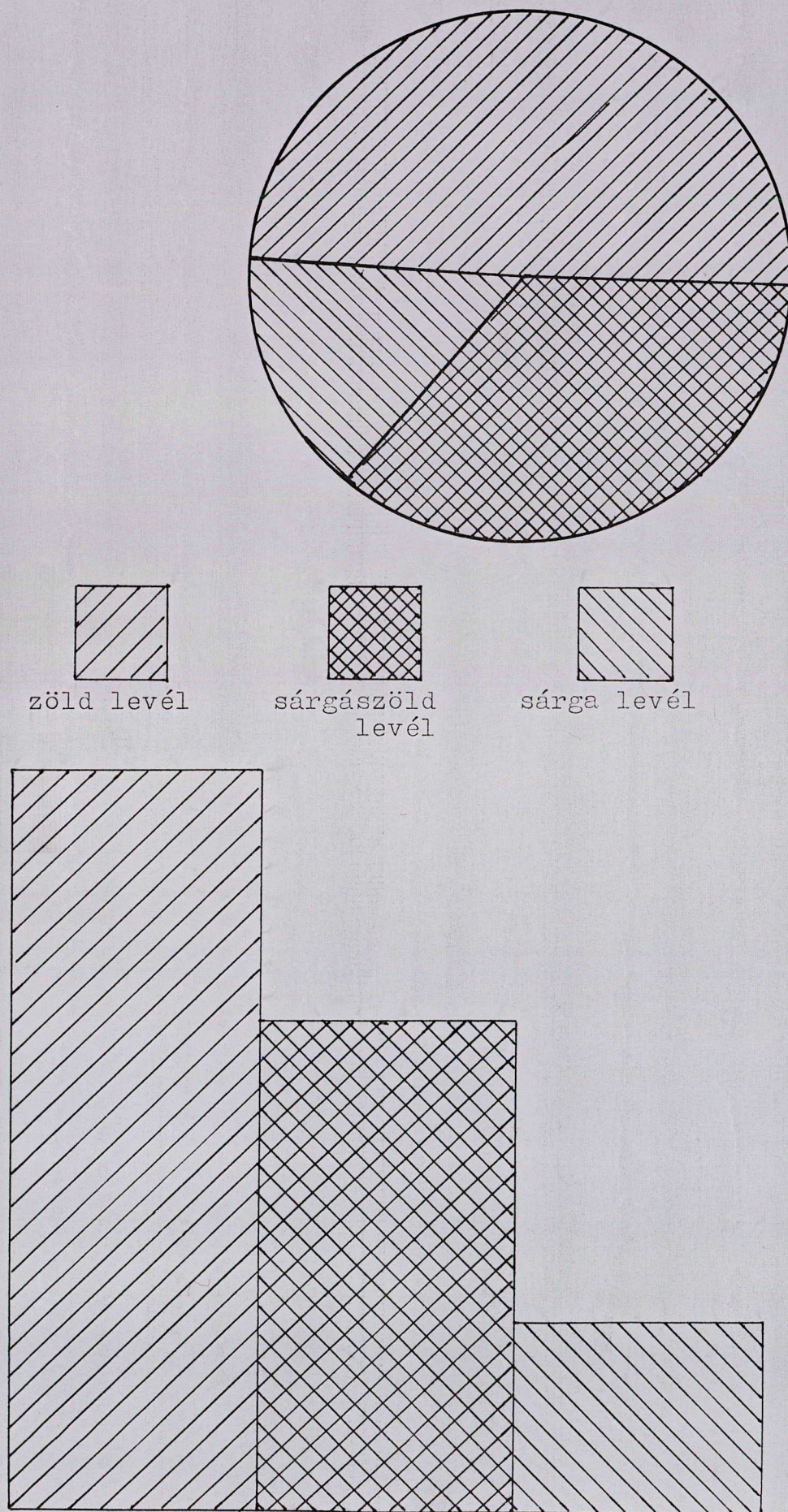


Fraxinus
ornus

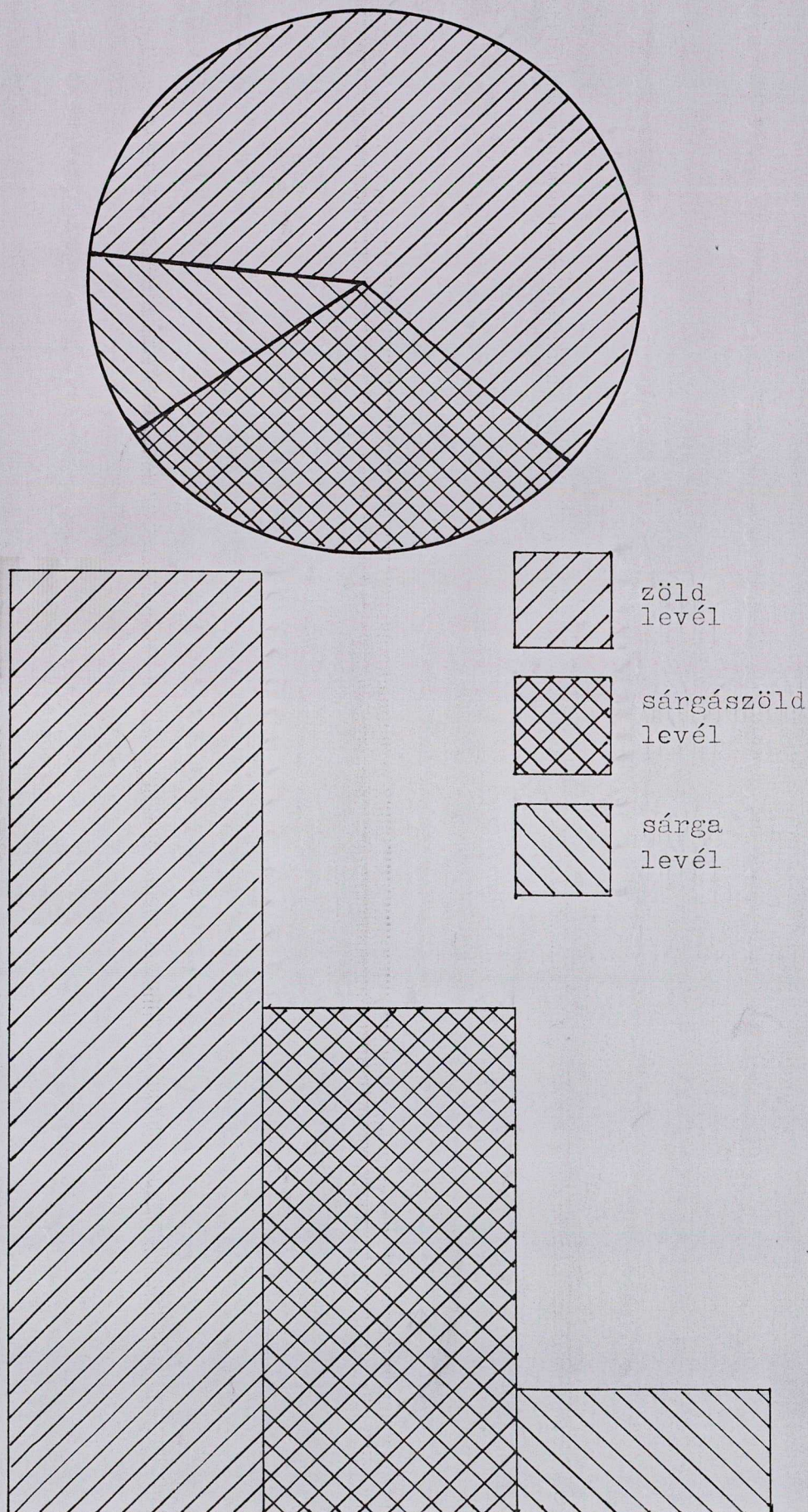


Acer platanoides őszi zöld, sárgászöld és
sárga leveleinek összpigment mennyisége

10. ábra

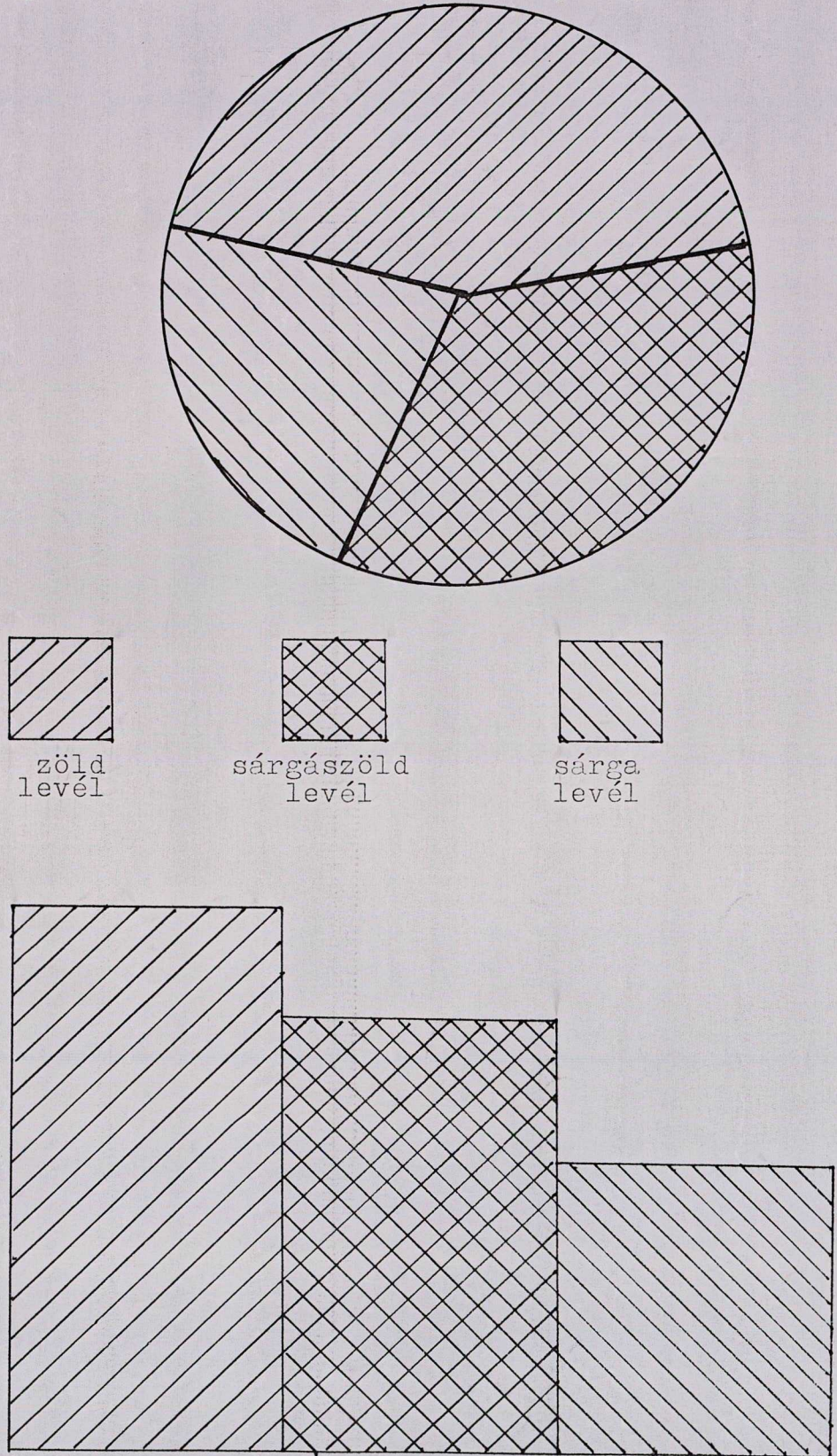


Acer pseudo-platanus őszi zöld, sárgászöld és
sárga levelének összpigment mennyisége 11. ábra

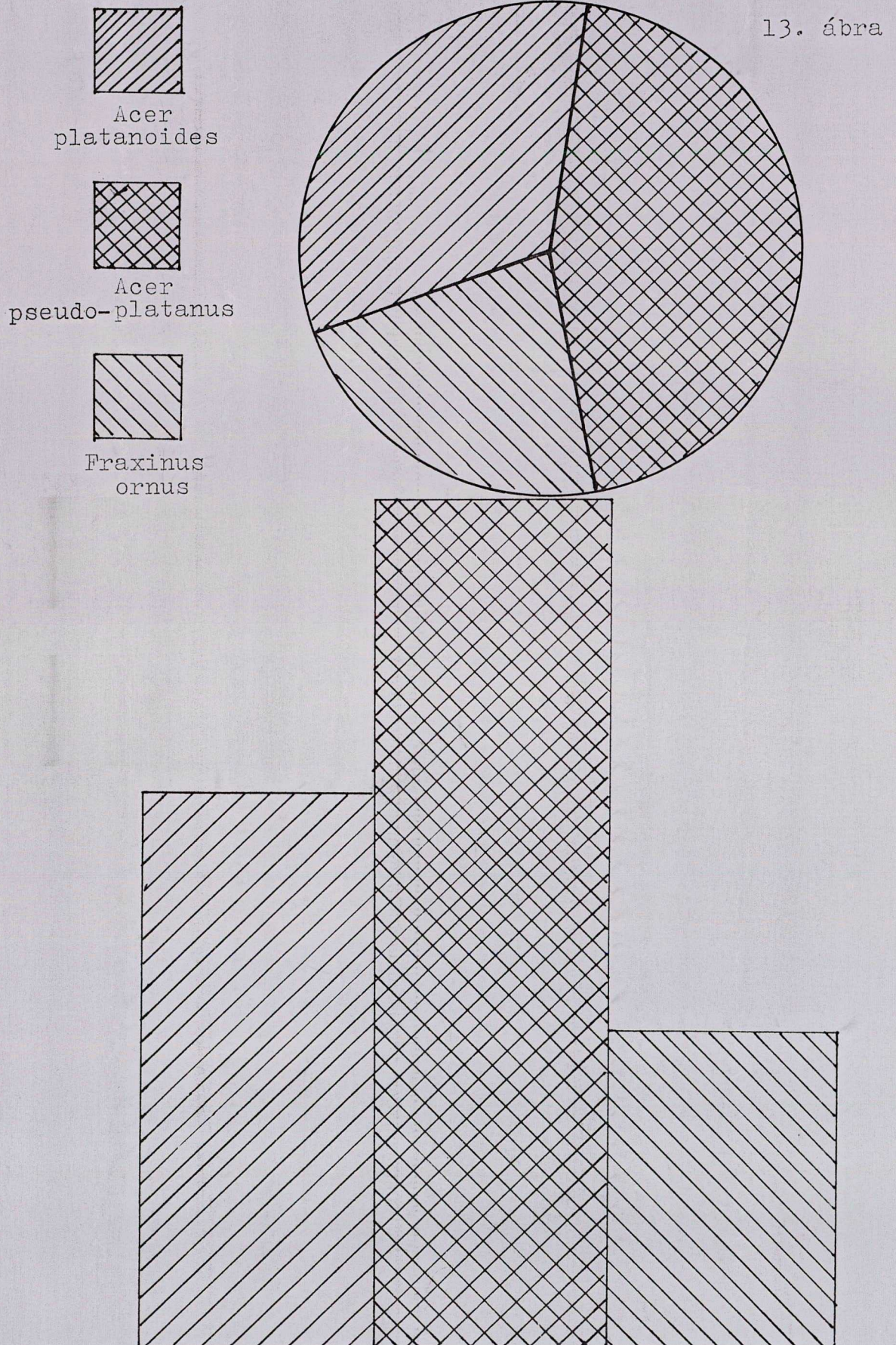


Fraxinus ornus őszi zöld, sárgászöld és
sárga leveleinek összpigment mennyisége

12. ábra



Az összpigment mennyiség az *Acer platanoides*, az *Acer pseudo-platanus* és a *Fraxinus ornus* őszi leveleiben



A klorofill vizsgálatok mellett az *Acer platanoides*, az *Acer pseudo-platanus* és a *Fraxinus ornus* esetében részletesen megvizsgáltuk a karotinoidokat. Ezen belül a lutein, az anteraxantin, a violaxantin és a neuxantin mennyiségeit mértük.

1. A karotinoidok mennyiségi változásai az *Acer platanoides* sárguló leveleiben /lásd 9. táblázat, 10. táblázat, 14. ábra/.

Az összkarotinoid mennyisége a lombszineződés során a zöld levélhez viszonyítva 75 %-kal csökkent. Szembe - tűnő a neoxantin bomlása, amely a sárga levelekben mérhető mennyiségben már nem fordult elő.

A karotinoidok megoszlása igen érdekesen alakul, a zöld levélben a lutein mennyisége kiemelkedő, az anteraxantin, violaxantin és neoxantin tartalma közel azonos. A sárgászöld levélben a neoxantin és a lutein aránya csökkent, a karotiné nőtt.

A sárga levélben a lutein aránya a minimumra csökkent, a karotiné kismértékű növekedést mutat, a violaxantin aránya az össz karotinoid mennyiségben jelentősen megnőtt. A karotinoid tartalom változása egyértelműen azt igazolja, hogy a lombszineződés során a sárguló levelekben az epoxidációs reakció dominál.

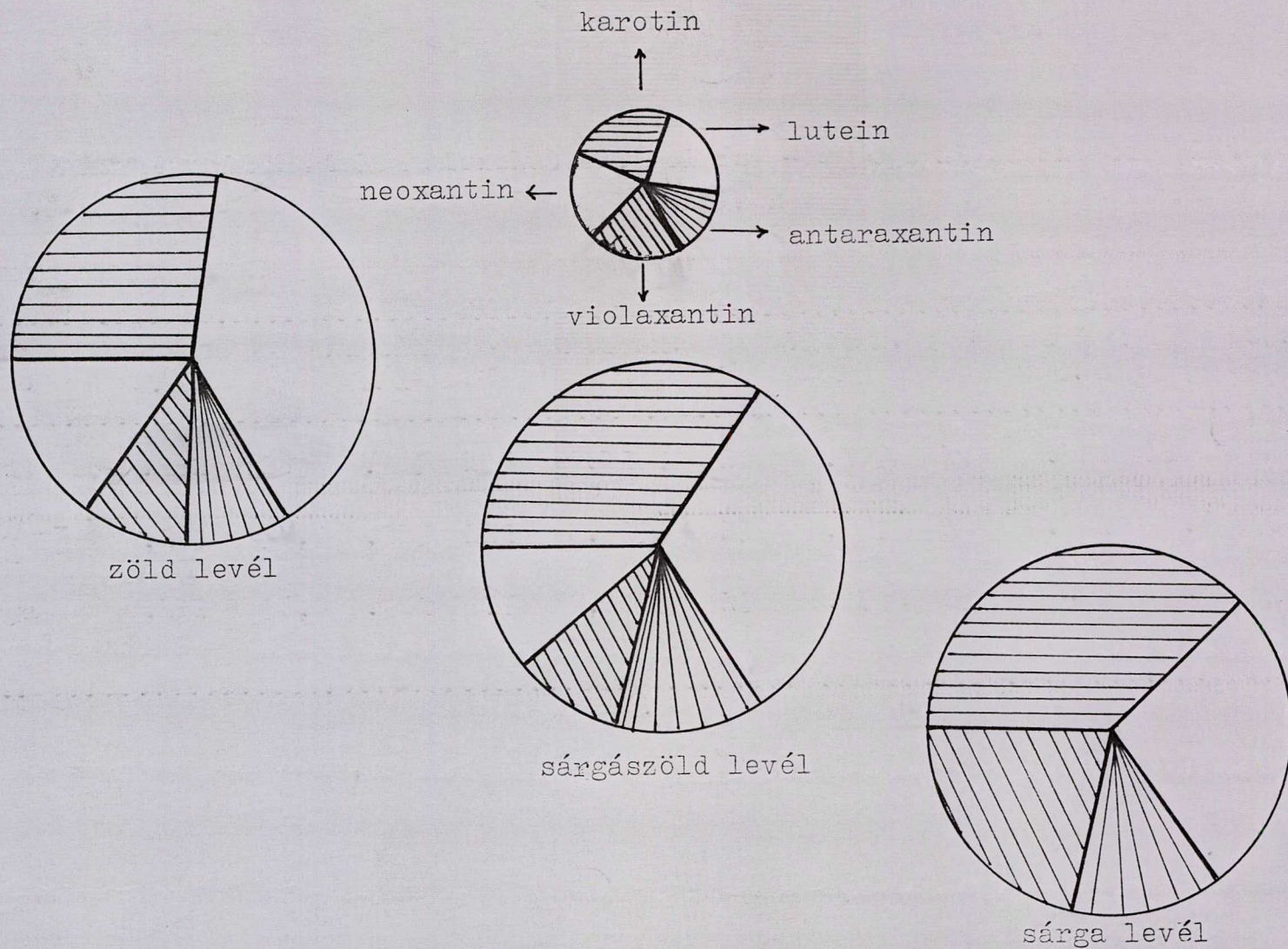
A sárgászöld levelekben a karotin növekedését kis mértékű desepoxidáció okozhatja - az új szintézis kizárt -

9. táblázat

A karotinoid tartalom abszolút értékei és %-os megoszlása az Acer platanoides leveleiben

levél színe	Karotin mg/g	%	Lutein mg/g	%	Anterax. mg/g	%	Violax. mg/g	%	Neolax mg/g	%	Összes karoti- noid mennyiség mg/g
zöld	0,342	28	0,489	145	0,1208	10	0,125	10	0,138	11	1.2144
sárgás- zöld	0,263	38,5	0,215	112	0,0898	13	0,069	10	0,052	7,6	0,6891
sárga	0,111	36,5	0,082	27	0,0407	13	0,0700	23	-	-	0,3037

A karotinoidok mennyiségi változásai az
Acer platanoides sárguló leveleiben



14. ábra

10. táblázat

A karotinoidok arányának változása az Acer
platanoides zöld, sárgászöld és sárga
leveleiben

levél színe:	K/L	L/A	A/V	V/N
zöld	0,699	4,044	0,971	0,901
sárgászöld	1,220	2,393	1,279	1,324
sárga	1,353	2,014	0,581	-

K - karotin

L - lutein

A - anteraxantin

V - violaxantin

N - neoxantin

esetleg a levél vízvesztése okozhat karotin növekedést, ismert, hogy a karotinoidok szintézise vízképződéssel jár, így a Le-Chatelier elv alapján a vízvesztés vízképződést indukálhat, ami a karotin tartalomban kis mértékű növekedést okozhat.

A karotin lutein aránya fokozatosan nő, a levél sárgulása folyamán a lutein anteraxantin aránya pedig csökken. Ez bizonyítja, hogy a lutein fokozatosan epoxidálódik. Az anteraxantin violaxantin arány változása mutatja az anteraxantin további hidroxilációját /lásd: 10. táblázat/.

2. A karotinoid tartalom változása az Acer pseudo-platanus őszi leveleiben

Acer pseudo-platanus őszi leveleiben vizsgáltuk azt, hogy az egy családba tartozó fajokban a pigmentek bomlásában van-e jelentős különbség. Az eredmények /lásd 11. táblázat, 15. táblázat/ alapján a következőket állapítottuk meg:

a/ az össz karotinoid tartalom 87 %-kal csökkent a levelek sárgulása folyamán.

b/ Az + karotin és a neoxantin mennyisége nagy mértékben csökken.

- c/ A sárgászöld és a sárga levelekben a lutein mennyiség aránya kiemelkedően nőtt a többi pigmenthez viszonyítva. Az anteraxantin és a violaxantin aránya is növekedett néhány %-kal /lásd: 11. táblázat/.

Az eredmények azt igazolják, hogy az azonos időpontban gyűjtött két juhar faj sárga pigmentjei bomlásának tendenciájában nincs számottevő különbség. A bomlási folyamat gyorsaságában és az egyes részfolyamatokban a következő eltérések mutatkoztak:

- a karotin tartalom fokozottabban hidroxilálódik luteinné, mint az Acer platanoides esetében tapasztaltuk,
- a karotin fokozott hidroxilációja következtében a lutein mennyisége a vizsgálat időpontjában felhalmozódott,
- a lutein epoxidációja lassabb, mint az Acer platanoides leveleiben, ezt igazolja az anteraxantin és violaxantin kis mértékű növekedése.

3. Fraxinus ornus őszi leveleinek karotinoid tartalma

/12. táblázat, 16. ábra/

A lomb színeződése során bekövetkező változásokat a Fraxinus ornus leveleiben is megvizsgáltuk. A zöld levelekben

az össz karotinoid mennyiséget 100 %-nak tekintettük. Ehhez viszonyítva a karotinoid tartalom alig változott a sárgászöld levelekben, mindössze 3,4 %-kal csökkent. A sárga levelek karotinoid tartalmában jelentős 32 %-os a csökkenés.

Az össz karotinoid tartalom a zöld és sárgászöld levelekben alig változott, így kedvező a karotinoidok arányának összehasonlítása.

A karotin kismértékű növekedése figyelhető meg, amely a levél vízvesztése következtében alakulhatott ki. Kiemelkedő a lutein mennyiségének 12 %-os csökkenése. Ugyanakkor az anteraxantin, violaxantin mennyisége nőtt, mely a lutein gyors epoxidációjával magyarázható.

A sárga levelekben a karotin nagy mértékű epoxidációja következett be, az epoxidáció a lutein, anteraxantinig jutott el a mintavétel időpontjáig.

Az előbb vizsgált fajok esetében tapasztalt eredményektől eltérést csak a lutein epoxidációjában tapasztaltunk. A sárgászöld levélben gyors ez a folyamat és diépoxi-karotinoid képződéséhez vezet, míg a sárga levélben az epoxidációs reakció lassabb, mint a karotinok hidroxidálódása.

11. táblázat

A karotinoid tartalom és arány az Acer pseudo-platanus őszi lomb-
leveleiben

Levél színe	Karotin		Lutein		Anteraxantin			Violaxantin			Naoxantin		Ossz ka- roti - noid		i	
	mg/g	%	K-L arány	mg/g	%	L-A arány	mg/g	%	A-V arány	mg/g	%	V-N arány	mg/g	%		mg/g
zöld	0,515	23,4	0,546	0,94	42,8	6,48	0,145	6,6	0,57	0,255	11,6	0,745	0,339	15,4	2.1982	i
sárgás- zöld	0,162	18,7	0,402	0,40	45,0	5,14	0,078	9,0	0,72	0,108	12,5	0,942	0,115	13,2	0,8658	
sárga	0,031	10,4	0,161	0,19	64,3	5,61	0,035	11,4	0,83	0,042	13,7	-	-	-	0,3053	

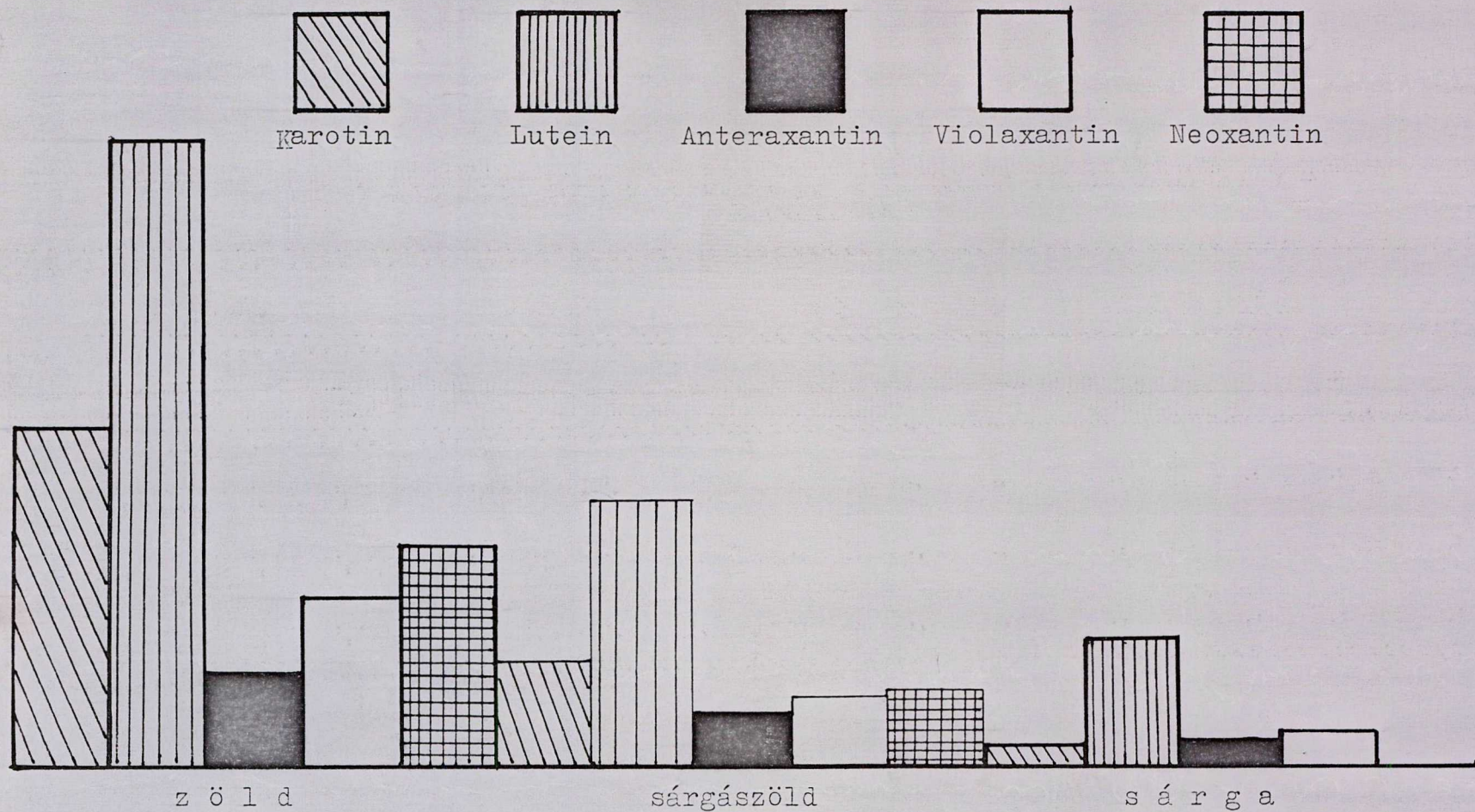
/A nagybetűk az aránynál a nevek kezdőbetűit jelentik/.

12. táblázat

A karotinoid tartalom és arány a Fraxinus ornus őszi lomb -
leveleiben

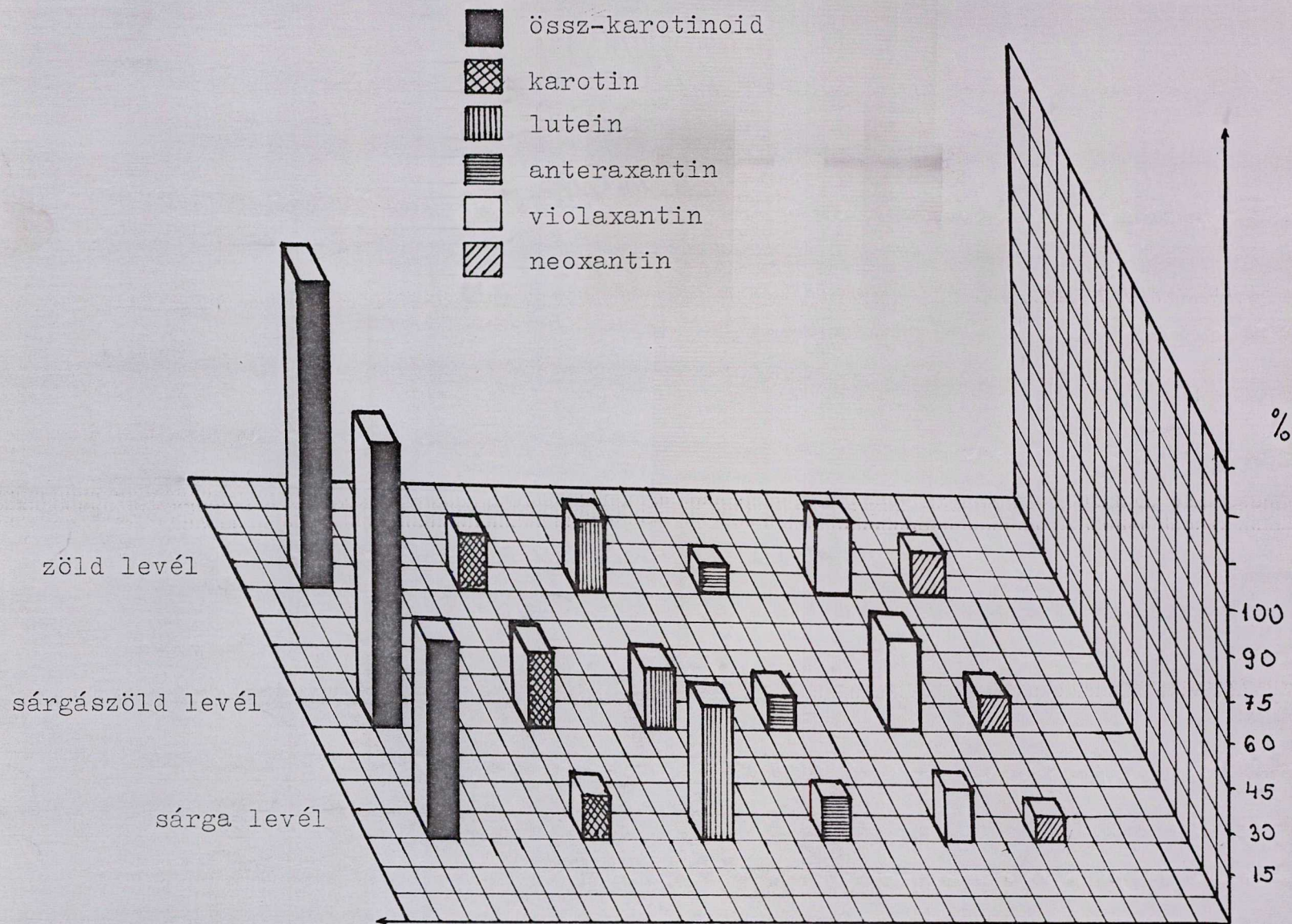
levél színe	Karotin			Lutein			Antheraxantin			Violaxantin			Neoxantin		Össz.ka- ratinoid
	mg/g	%	K-L arány	mg/g	%	L-A arány	mg/g	%	A-V arány	mg/g	%	V-N arány	mg/g	%	mg/g
zöld	0,1071	20,02	0,1843	0,1843	34,46	4,26	0,0432	8,08	0,324	0,1333	24,92	1,989	0,0669	12,5	0,5384
sár- gás- zöld	0,1214	23,32	1,073	0,1131	22,15	1,82	0,0517	11,8	0,393	0,1566	30,05	2,316	0,0676	12,9	0,5204
sárga	0,0476	13,08	0,277	0,1718	47,22	3,19	0,0538	14,2	0,879	0,0612	16,8	2,081	0,0294	0,0	0,3638

A karotinoidok mennyiségi változásai az
Acer pseudo-platanus őszi lombveleleiben



15. ábra

A karotinoidok megoszlása a Fraxinus ornus
leveleiben



16. ábra

Mind a négy fajnál a vegetációs idő alatt megmértük a peroxidáz enzim aktivitását július és augusztus kivételével. A peroxidáz enzim jól jellemzi a növekedés és fejlődés ütemét, illetve a vegetációs előregedést. A következő táblázatokban foglaljuk össze a mérési eredményeinket. A 13. 14. táblázat a *Malus hupenensis* fajjal kapcsolatos méréseink részeredményeit tartalmazza. A táblázat a *Malus hupenensis* faj peroxidáz enzim aktivitásának 2 perces átlagait tartalmazza /13. 14. 15. táblázat/.

Az 1. grafikon a *Malus hupenensis* faj levelében a peroxidáz enzim aktivitásának 2 perces átlagait ábrázolja a vegetációs idő függvényében. A grafikonról látható, hogy a peroxidáz enzim aktivitása a levelek kifejlődéséig igen intenzív. A levelek növekedésének befejezése után a fajok különbséget mutatnak az időjárási tényező, a hőmérséklet, a napfénytartalom függvényében. Amikor szeptember második felében a megvilágítási idő csökken, a lombhullásra készülő levélben legmagasabb az enzim aktivitása a lehullásig /1. grafikon/.

A 16. 17. táblázat a *Malus purpurea* peroxidáz enzim aktivitásának mért értékeit mutatja. A 18. táblázat az enzim aktivitásának 2 perces átlagait foglalja össze /16. 17. 18. táblázat/.

A 2. grafikonon a *Malus purpurea* fej levelében az enzim ak-



tivitásának 2 perces átlagait ábrázoltuk az idő függvényében /1. grafikon/.

A *Malus micromalus* fajnál is a levelek öregedését magas enzim aktivitás jelzi a fehérje hidrolizissel párhuzamosan. A 19. 20. táblázat a *Malus micromalus* faj peroxidáz enzim aktivitásának mért értékeit mutatja három ismételtesben. A 21. táblázat a *Malus micromalus* faj peroxidáz enzim aktivitásának 2 perces átlagait mutatja /19. 20. 21. táblázat/.

A 3. grafikonon a *Malus micromalus* faj levelében a peroxidáz enzim aktivitásának 2 perces átlagait ábrázoltuk az idő függvényében. Az enzim aktivitása a kezdeti magas érték után lecsökken, majd májusban a levél teljes kifejlődésekor magas értéket mutat, a szeptemberi öregedéskor maximálisan megemelkedik az aktivitás.

A 22. és 23. táblázat a *Cydonia oblonga*, az általunk vizsgált negyedik faj peroxidáz enzim aktivitásának mért értékeit mutatja 3 ismételtesben. A 24. táblázat az enzim aktivitásának kettő perces átlagait foglalja össze /22. 23. 24. táblázat/.

A *Cydonia oblonga*-nál a levelek növekedésének befejezése után alacsony szintre esik vissza az enzim aktivitása. A négy faj közül ennél mértük a legmagasabb aktivitást a növekedés

kezdetén. A grafikonról látható, hogy a lombhullás előkészítésénél kicsit megemelkedett az aktivitás a Cydonia-ra jellemző módon, mivel az öregedési folyamat itt a leggyorsabb, a vízvesztés után azonnal leszáradnak a levelek / 4. grafikon/.

Megállapíthatjuk, hogy a három Malus faj közül a Malus hu-penensis leveléből mért enzim aktivitása levél növekedésének befejezése után tartotta az alacsony szintű aktivitást az öregedésig. A Malus purpure-át és a micromalust befolyásolta a víz ellátottság és a klimatikus tényezők, emiatt változott az aktivitás és a Cydonia fajnál gyorsan elszáradnak a levelek, ezért nem mérhattunk aktivitást.

13. táblázat

Malus hupenensis peroxidáz enzim aktivitásának mért
értékei három ismétlésben

i d ő	Extinkció			Átlag
március 14.				
0,5 sec.	0,020	0,015	0,020	0,018
1,0	0,035	0,015	0,028	0,026
1,5	0,035	0,020	0,032	0,029
2,0	0,040	0,025	0,035	0,033
március 21.				
0,5 sec.	0,020	0,020	0,015	0,018
1,0	0,040	0,035	0,035	0,036
1,5	0,075	0,055	0,050	0,060
2,0	0,085	0,075	0,075	0,078
március 27.				
0,5 sec.	0,025	0,035	0,025	0,028
1,0	0,035	0,038	0,037	0,036
1,5	0,040	0,055	0,050	0,048
2,0	0,055	0,070	0,065	0,063
április 17.				
0,5 sec.	0,020	0,020	0,015	0,018
1,0	0,035	0,035	0,025	0,031
1,5	0,045	0,045	0,047	0,045
2,0	0,050	0,050	0,050	0,050
április 21.				
0,5 sec.	0,008	0,010	0,015	0,011
1,0	0,025	0,032	0,035	0,030
1,5	0,028	0,040	0,040	0,036
2,0	0,050	0,055	0,055	0,053
április 28.				
0,5 sec.	0,020	0,015	0,025	0,020
1,0	0,035	0,025	0,035	0,031
1,5	0,035	0,030	0,040	0,035
2,0	0,040	0,040	0,045	0,041

Aktivitás

1. grafikon

Peroxidáz enzim aktivitásának alakulása a *Malus hupenensis*
vadalma faj levelőben

0,10

0,05

0,01

71

idő

március

április

május

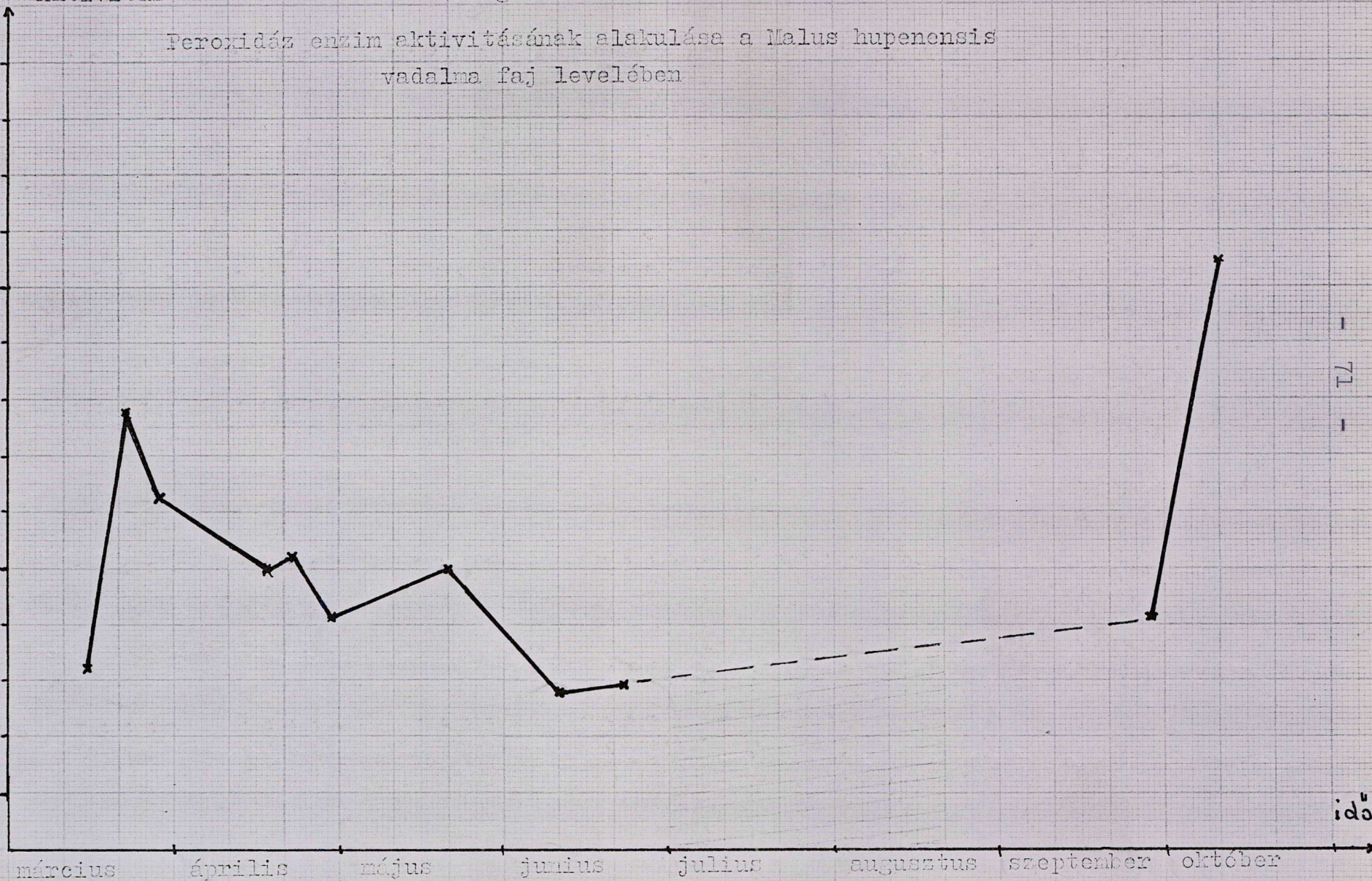
június

július

augusztus

szeptember

október



14. táblázat

Malus hupenensis peroxidáz enzim aktivitásának mért
értékei három ismétlésben

i d ő	Extinkció			Átlag
május 20.				
0,5 sec.	0,010	0,015	0,017	0,014
1,0	0,025	0,035	0,028	0,029
1,5	0,045	0,040	0,040	0,041
2,0	0,055	0,045	0,050	0,050
június 10.				
0,5 sec.	0,010	0,012	0,012	0,011
1,0	0,018	0,016	0,019	0,017
1,5	0,024	0,024	0,024	0,024
2,0	0,030	0,028	0,030	0,029
június 16.				
0,5 sec.	0,000	0,005	0,002	0,003
1,0	0,007	0,010	0,008	0,008
1,5	0,012	0,015	0,012	0,013
2,0	0,017	0,018	0,020	0,018
június 23.				
0,5 sec.	0,008	0,010	0,005	0,007
1,0	0,012	0,015	0,010	0,012
1,5	0,015	0,018	0,015	0,016
2,0	0,020	0,020	0,018	0,019
szeptember 29.				
0,5 sec.	0,010	0,010	0,010	0,010
1,0	0,015	0,028	0,015	0,019
1,5	0,020	0,038	0,035	0,031
2,0	0,030	0,052	0,042	0,041
október 10.				
0,5 sec.	0,053	0,038	0,050	0,047
1,0	0,061	0,064	0,061	0,062
1,5	0,075	0,089	0,074	0,079
2,0	0,090	0,128	0,096	0,104

15. táblázat

Malus hupenensis peroxidáz enzim aktivitásának
2 perces átlaga

i d ő	Extinkció
március 14.	0,033
március 21.	0,078
március 27.	0,063
április 17.	0,050
április 21.	0,053
április 28.	0,041
május 20.	0,050
júnus 10.	0,029
júnus 16.	0,018
júnus 23.	0,019
szeptember 29.	0,041
október 10.	0,104

16. táblázat

Malus purpurea peroxidáz enzim aktivitásának
mért értékei három ismétlésben

i d ő	Extinkció			Átlag
március 14.				
0,5 sec.	0,010	0,010	0,010	0,010
1,0	0,025	0,032	0,028	0,028
1,5	0,050	0,050	0,045	0,048
2,0	0,070	0,072	0,065	0,069
március 21.				
0,5 sec.	0,020	0,020	0,025	0,021
1,0	0,045	0,040	0,045	0,043
1,5	0,075	0,065	0,070	0,070
2,0	0,095	0,085	0,085	0,088
március 27.				
0,5 sec.	0,020	0,015	0,020	0,018
1,0	0,035	0,034	0,035	0,034
1,5	0,040	0,040	0,037	0,039
2,0	0,050	0,050	0,050	0,050
április 17.				
0,5 sec.	0,035	0,032	0,035	0,034
1,0	0,040	0,040	0,040	0,040
1,5	0,045	0,048	0,045	0,046
2,0	0,050	0,052	0,055	0,052
április 21.				
0,5 sec.	0,010	0,010	0,008	0,009
1,0	0,024	0,015	0,022	0,020
1,5	0,035	0,036	0,037	0,036
2,0	0,056	0,056	0,056	0,056
április 28.				
0,5 sec.	0,010	0,010	0,008	0,009
1,0	0,020	0,020	0,020	0,020
1,5	0,040	0,040	0,060	0,046
2,0	0,060	0,060	0,060	0,060

Peroxidáz enzim aktivitásának alakulása *Malus purpurea*
 vedelme faj leveleiben

2. grafikon



17. táblázat

Malus purpurea peroxidáz enzim aktivitásának
mért értékei három ismétlésben

i d ő	Extinkció			Átlag
május 20.				
0,5 sec.	0,035	0,025	0,035	0,031
1,0	0,045	0,045	0,045	0,045
1,5	0,050	0,055	0,058	0,054
2,0	0,070	0,085	0,078	0,077
június 10.				
0,5 sec.	0,003	0,004	0,006	0,004
1,0	0,010	0,009	0,009	0,009
1,5	0,015	0,014	0,013	0,014
2,0	0,016	0,018	0,017	0,017
június 16.				
0,5 sec.	0,000	0,002	0,005	0,003
1,0	0,005	0,008	0,010	0,007
1,5	0,012	0,015	0,018	0,015
2,0	0,018	0,020	0,025	0,021
június 23.				
0,5 sec.	0,020	0,015	0,015	0,016
1,0	0,025	0,025	0,020	0,023
1,5	0,032	0,028	0,028	0,029
2,0	0,038	0,035	0,035	0,036
szeptember 29.				
0,5 sec.	0,012	0,014	0,008	0,011
1,0	0,030	0,028	0,025	0,027
1,5	0,045	0,049	0,046	0,046
2,0	0,065	0,070	0,070	0,068
október 10.				
0,5 sec.	0,045	0,056	0,038	0,046
1,0	0,062	0,077	0,052	0,063
1,5	0,078	0,090	0,070	0,079
2,0	0,095	0,102	0,086	0,094

18. táblázat

Malus purpurea peroxidáz enzim aktivitásának
2 perces átlaga

i d ő	Extinkció
március 14.	0,069
március 21.	0,088
március 27.	0,050
április 17.	0,052
április 21.	0,056
április 28.	0,060
május 20.	0,077
június 10.	0,017
június 16.	0,021
június 23.	0,036
szeptember 29.	0,068
október 10.	0,094

19. táblázat

Malus micromalus peroxidáz enzim aktivitásának
mért értékei három ismételtsben

i d ő	Extinkció			Átlag
március 14.				
0,5 sec.	0,025	0,025	0,020	0,023
1,0	0,050	0,045	0,050	0,048
1,5	0,080	0,070	0,080	0,076
2,0	0,115	0,105	0,120	0,113
március 21.				
0,5 sec.	0,025	0,020	0,035	0,026
1,0	0,065	0,055	0,055	0,058
1,5	0,085	0,080	0,080	0,081
2,0	0,125	0,105	0,115	0,115
március 27.				
0,5 sec.	0,010	0,015	0,018	0,014
1,0	0,025	0,028	0,032	0,028
1,5	0,045	0,045	0,047	0,045
2,0	0,065	0,065	0,067	0,065
április 17.				
0,5 sec.	0,010	0,010	0,010	0,010
1,0	0,015	0,020	0,017	0,017
1,5	0,025	0,032	0,028	0,028
2,0	0,040	0,040	0,040	0,040
április 21.				
0,5 sec.	0,005	0,010	0,008	0,007
1,0	0,025	0,025	0,027	0,025
1,5	0,040	0,037	0,035	0,037
2,0	0,045	0,045	0,045	0,045
április 28.				
0,5 sec.	0,020	0,025	0,030	0,025
1,0	0,025	0,030	0,035	0,030
1,5	0,040	0,040	0,040	0,040
2,0	0,045	0,045	0,045	0,045

Aktivitás

3. grafikon

Peroxidáz enzim aktivitásának alakulása a *Malva micromalus*
vadalma faj levelében

0,15

0,10

0,05

március

április

május

június

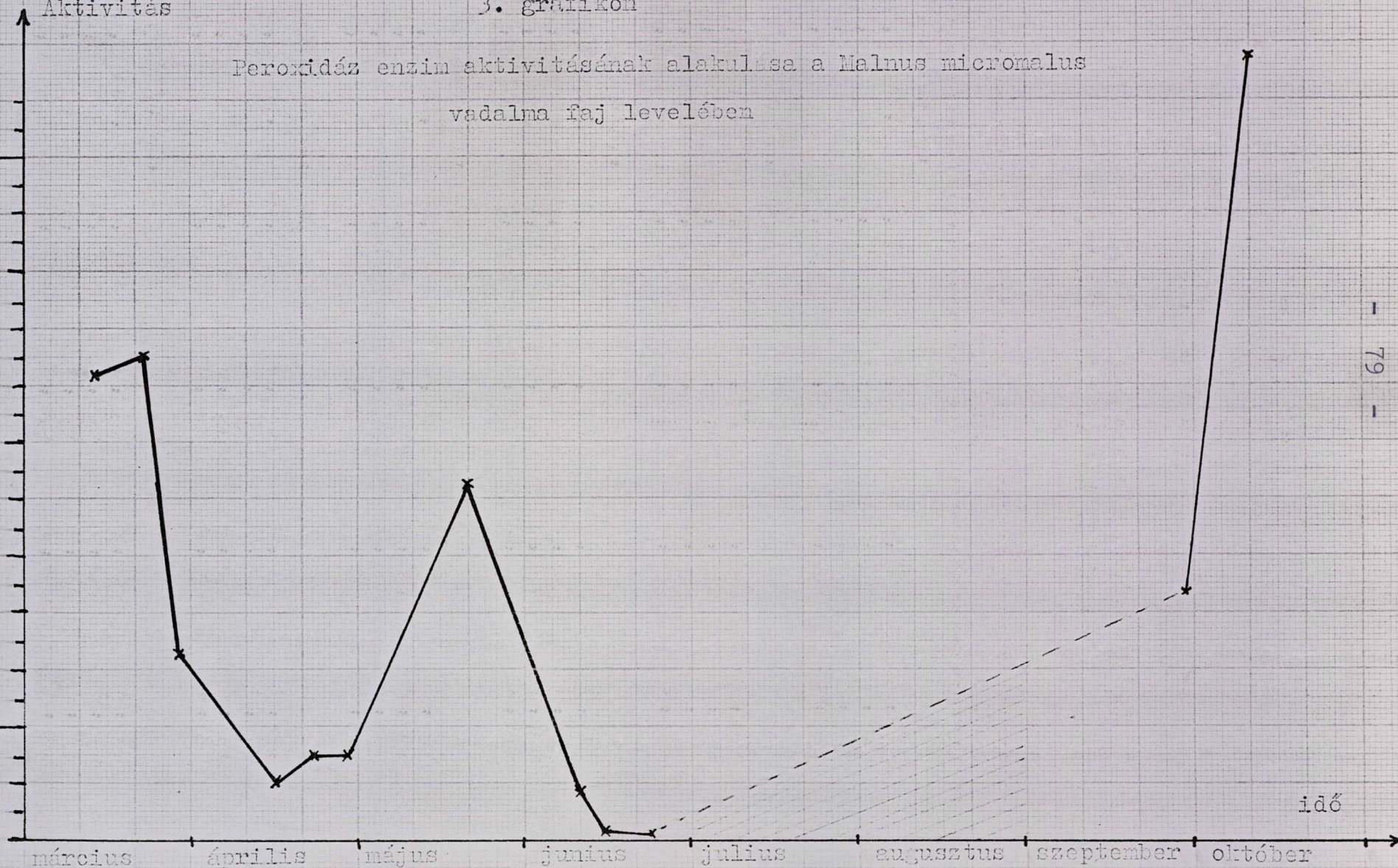
július

augusztus

szeptember

október

idő



20. táblázat

Malus micromalus peroxidáz enzim aktivitásának
mért értékei három ismételésben

i d 6	Extinkció			Átlag
május 20.				
0,5 sec.	0,025	0,032	0,020	0,025
1,0	0,050	0,055	0,035	0,046
1,5	0,080	0,085	0,075	0,080
2,0	0,095	0,100	0,085	0,093
június 10.				
0,5 sec.	0,008	0,010	0,006	0,008
1,0	0,020	0,018	0,016	0,018
1,5	0,028	0,030	0,026	0,028
2,0	0,038	0,038	0,036	0,037
június 16.				
0,5 sec.	0,005	0,010	0,010	0,008
1,0	0,015	0,025	0,020	0,020
1,5	0,020	0,032	0,028	0,026
2,0	0,025	0,037	0,035	0,032
június 23.				
0,5 sec.	0,010	0,005	0,008	0,007
1,0	0,015	0,010	0,010	0,011
1,5	0,025	0,022	0,025	0,024
2,0	0,035	0,028	0,032	0,031
szeptember 29.				
0,5 sec.	0,010	0,015	0,009	0,011
1,0	0,022	0,038	0,025	0,028
1,5	0,050	0,062	0,045	0,052
2,0	0,072	0,087	0,065	0,074
október 10.				
0,5 sec.	0,148	0,155	0,155	0,152
1,0	0,158	0,165	0,161	0,161
1,5	0,160	0,160	0,165	0,161
2,0	0,167	0,175	0,160	0,167

21. táblázat

Malus micromalus peroxidáz enzim aktivitásának
2 perces átlaga

i d ő	Extinkció
március 14.	0,113
március 21.	0,115
március 27.	0,065
április 17.	0,040
április 21.	0,045
április 28.	0,045
május 20.	0,093
junius 10.	0,037
junius 16.	0,032
junius 23.	0,031
szeptember 29.	0,074
október 10.	0,167

22. táblázat

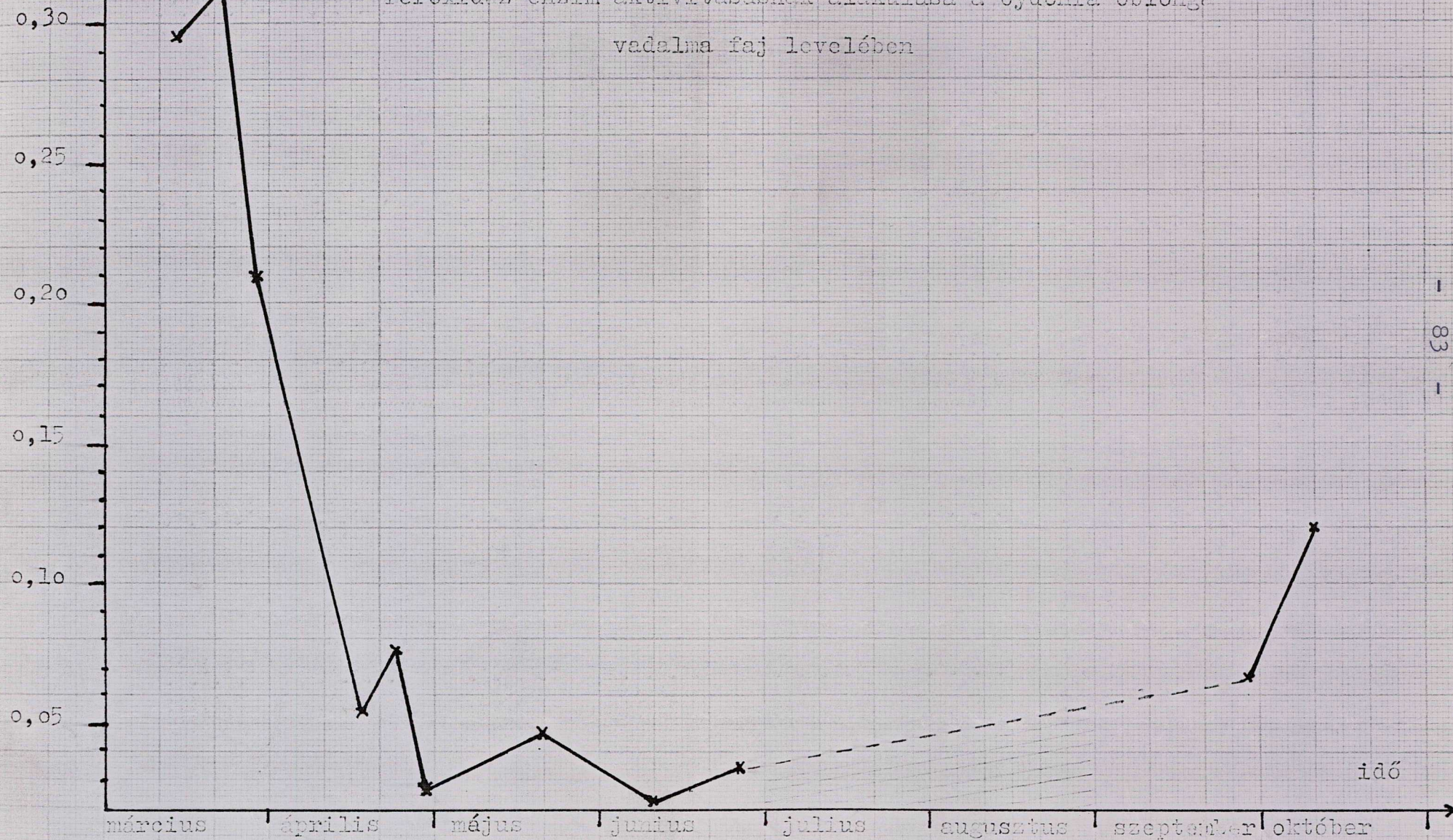
Cydonia oblonga peroxidáz enzim aktivitásának
mért értékei három ismételtesben

i d ő	Extinkció			Átlag
március 14.				
0,5 sec.	0,025	0,032	0,025	0,027
1,0	0,100	0,102	0,110	0,104
1,5	0,300	0,300	0,310	0,303
2,0	0,310	0,305	0,310	0,308
március 21.				
0,5 sec.	0,055	0,050	0,050	0,051
1,0	0,135	0,125	0,135	0,131
1,5	0,345	0,325	0,340	0,336
2,0	0,325	0,315	0,335	0,325
március 27.				
0,5 sec.	0,028	0,032	0,034	0,031
1,0	0,075	0,080	0,085	0,080
1,5	0,140	0,150	0,155	0,148
2,0	0,200	0,220	0,215	0,211
április 17.				
0,5 sec.	0,015	0,015	0,015	0,015
1,0	0,020	0,040	0,038	0,032
1,5	0,025	0,050	0,050	0,041
2,0	0,035	0,065	0,067	0,055
április 21.				
0,5 sec.	0,010	0,015	0,020	0,015
1,0	0,040	0,045	0,040	0,041
1,5	0,050	0,055	0,060	0,055
2,0	0,075	0,075	0,075	0,075
április 28.				
0,5 sec.	0,010	0,010	0,008	0,009
1,0	0,015	0,020	0,025	0,020
1,5	0,022	0,022	0,022	0,022
2,0	0,028	0,026	0,030	0,028

Aktivitás

4. grafikon

Peroxidáz enzim aktivitásának alakulása a *Cydonia oblonga*
vadalmá faj levelében



23. táblázat

Cydonia oblonga peroxidáz enzim aktivitásának
mért értékei három ismétlésben

i d ő	Extinkció			Átlag
május 20.				
0,5 sec.	0,005	0,010	0,010	0,008
1,0	0,015	0,020	0,015	0,016
1,5	0,032	0,035	0,032	0,033
2,0	0,045	0,050	0,045	0,046
június 10.				
0,5 sec.	0,005	0,004	0,003	0,004
1,0	0,009	0,010	0,008	0,009
1,5	0,015	0,016	0,014	0,015
2,0	0,020	0,021	0,022	0,021
június 16.				
0,5 sec.	0,005	0,005	0,007	0,005
1,0	0,015	0,010	0,012	0,012
1,5	0,017	0,015	0,017	0,016
2,0	0,025	0,022	0,022	0,023
június 23.				
0,5 sec.	0,015	0,010	0,010	0,010
1,0	0,020	0,015	0,012	0,015
1,5	0,025	0,020	0,020	0,021
2,0	0,030	0,025	0,025	0,026
szeptember 29.				
0,5 sec.	0,008	0,014	0,013	0,011
1,0	0,022	0,024	0,027	0,024
1,5	0,045	0,042	0,050	0,045
2,0	0,070	0,063	0,070	0,067
október 10.				
0,5 sec.	0,062	0,076	0,062	0,066
1,0	0,085	0,088	0,065	0,079
1,5	0,114	0,112	0,095	0,107
2,0	0,146	0,120	0,104	0,123

24. táblázat

Cydonia oblonga peroxidáz enzim aktivitásának
2 perces átlaga

i d ő	Extinkció
március 14.	0,308
március 21.	0,325
március 27.	0,211
április 17.	0,055
április 21.	0,075
április 28.	0,028
május 20.	0,046
junius 10.	0,021
junius 16.	0,023
junius 23.	0,026
szeptember 29.	0,067
október 10.	0,123

ÖSSZEFOGLALÁS

Összesen hét fajt vizsgáltunk. A zöld levelekben mért összpigment mennyiség alapján kiemelkedett a hegyi juhar /*Acer platanus*/ 4,5102 mg/g, második az *Acer platanoides* 2,7244 mg/g-mal.

Mindkét fa faj a juharfa félék családjába tartozik, harmadik az olajfa félék családjába tartozó *Fraxinus ornus* /1,6334 mg/g/. A virágos kőris után következtek a vadalma fajok és a vadbirs. *Malus micromalus* 1,1934 mg/g, *Malus purpurea* 1,1104 mg/g, *Malus hupenensis*, 1,0619 mg/g, *Cydonia oblonga* 1,0523 mg/g. A *Malus* fajok és a *Cydonia oblonga* is a rózsafélék családjába /*Rosaceae*/, ezen belül az almafélék alcsaládjába sorolhatók. A *Fraxinus ornus* leveleiben mért össz klorofill mennyiség már közeledik a *Malus* és a *Cydonia* fajok eredményeihez. Akár a klorofill, akár a karotinoid mennyiség alapján hasonlítjuk össze a vizsgált fajokat, minden esetben a fenti sorrendet kapjuk. Öt faj esetén az össz klorofill mennyiség felülmulta az össz karotinoid mennyiséget. Két faj, a *Malus purpurea* és a *Cydonia oblonga* esetén a karotinoid mennyiség minden esetben meghaladta a klorofillok mennyiségét. A fajok közül össz pigment mennyiségével kiemelkedett az *Acer pseudo-platanus*. Ez a faj főleg a magas hegyvidéki éghajlat alatt őshonos. Itt a hőmérséklet viszonylag alacsony és kevesebb napfényhez jutnak a fák.

A szintestek mennyisége genetikailag meghatározott, úgy szintén a klorofill-a, klorofill-b, a karotinok és a xantofilok mennyisége is. Ahhoz, hogy a kevesebb fény mennyiséget az *Acer pseudo-platanus* hasonlóan hasznosíthassa, mint más fajok, alkalmazkodnia kellett a körülményekhez. Az alkalmazkodás egyik módja, hogy a pigmentekből a faj esetében sokkal több keletkezik, mint az általunk vizsgált másik hat fajnál.

A következő faj, mely a pigmentek mennyisége alapján a második, Nyugat-Európától az Uralig elterjedt. /*Acer platanoides*/.

A harmadik erdei faj az össz pigment mennyiség alapján a *Fraxinus ornus*. Dél-Európában és Kisázsiaiban, napos lejtőkön található.

Az eddig vizsgált három faj közül a *Fraxinus ornus* él olyan helyen, mely számára sok napfényenergiát biztosít, így ennél a fajnál még kevesebb pigmentmennyiségre van szükség, ugyanannyi fényenergia megkötéséhez. A három vadalmafaj, valamint a vadbirs éghajlati igényei hasonlóak a *Fraxinus ornus*hoz. Kevesebb a pigmenttartalmuk, mint a *Fraxinus ornus*nak. A legkevesebbet a *Cydonia oblonga*ból tudtuk kimutatni. Ez összefüggésben lehet az elterjedési területével is, hisz előfordul az Arab-félsziget délkeleti részén is. A napfényenergia nagyobb mennyisége a sok-sok faji sajátosság mellett azt is eredményezheti, hogy ezeknél a növényeknél a pigment mennyiség kismértékben kevesebb lehet.

Ezeket a fajokat ha elterjedési területükön kívül nevelik, a környezeti tényezők csak részben módosíthatják pigment - tartalmukat, mivel a genetikai információt kellene megváltatni. A sárguló leveleknél azt tapasztaltuk, hogy a klorofilok csökkenése sokkal nagyobb, mint a karotinoidoké. A karotinoidok aránya az össz pigment mennyiségben nagymértékben megnőtt. A pigmentek lebomlása a különböző fajokban különböző gyorsasággal megy végbe. A pigmentcsökkenés azoknál a fajoknál nagyobb mérvű, amelyekből eredetileg többet tudunk kimutatni. Ha az őszi mintákat hasonlítjuk össze, szemmel látható, hogy a pigmentek összmennyisége, mire a levelek megsárgulnak, megközelítőleg ugyanarra a szintre csökken. Különbséget, melyet a sárga leveleknél tapasztalhatunk, szintén genetikai sajátosságra vezethetjük vissza. Mivel az öregedés, így a levelekben végbemenő lebontó folyamatok, beleértve a pigmentek lebomlását, valamint a lombhullatást is, örökletesen meghatározott faji tulajdonság, melyet a környezeti tényezők csak részben módosíthatnak.

Acer platanoides zöld levelében 1,2144 mg/g össz karotinoid tartalmat mutattam ki. A sárgászöld levél 0,6891 mg/g, a sárga levél 0,3037 mg/g karotinoidot tartalmazott. A zöld levél karotinoid tartalmát 100 %-nak tekintettem. Így a lombszíneződés során a sárgászöld levél karotinoid tartalmában 44 %-os csökkenést tapasztaltam. A teljes lebomlást figyelembe véve az elsárgult levél karotinoid tartalma 75 %-kal csökkent.

Ezen belül az epoxi-és hidroxikarotinoidok aránya a következő képen alakult:

a/ A zöld levélben a lutein mennyisége kiemelkedő, ami azt mutatja, hogy az + karotin bomlása már itt megkezdődött.

b/ A sárguló levelekben az anteraxantin és violaxantin arányának növekedése a karotinoidok további gyors lebomlását igazolja, a neoxantin teljes mennyisége elhomlott, nem tudtam kimutatni mérhető mennyiségben.

c/ A sárgászöld levélben tapasztalható karotin növekedés, a levél vízvesztése következtében relatív növekedés.

Acer pseudo-platanus zöld levelében mértük a legtöbb sárga festék mennyiséget, melyet ha 100 %-nak veszünk és összehasonlítjuk az Acer platanoides leveleiben mérttel, mely utóbbi csak 55,2 %.

A sárgászöld levelek össz karotinoid mennyisége a zöld levélben előfordulónak 39,9 %-a. Az Acer platanoides leveleinek karotinoid mennyisége az Acer pseudo-platanusban találtat 100 %-nak véve 79,5 %.

A sárga levelek karotinoid mennyisége a zöld levelekben előfordulónak 13,8 %-a. A sárga levelek karotinoid mennyiségét 100 %-nak véve az Acer platanoides leveleiben előforduló ennek 100,06 %-a. Tehát közel megegyeznek.

Az alábbi eredmények a következőket igazolják. Az *Acer pseudo-platanus* leveleiben nagyobb mennyiségben fordulnak elő a karotinoidok, mint az *Acer platanoides* leveleiben. Viszont az *Acer pseudo-platanus* karotinoidjai gyorsabban bomlanak el, mint az *Acer platanoides* leveleinek karotinoidjai. A sárga levelekben a karotinoid tartalom csaknem teljesen megegyezik.

A *Fraxinus ornus* zöld levelében található össz karotinoid a vizsgált fajok közül itt a legkevesebb. A legtöbb az *Acer pseudo-platanus* leveleiben volt. Második az *Acer platanoides*, végül a *Fraxinus ornus* következik.

A sárga levelekben az összkarotinoid mennyiség tekintetében első a *Fraxinus ornus*, második az *Acer pseudo-platanus*, végül harmadik az *Acer platanoides*.

a/ A három vizsgált faj esetében megállapíthatjuk, hogy a sárga pigmentek csak egy ideig halmozódnak fel a levél sárgulása során, majd fokozatosan oxidálódnak, lebomlanak.

b/ A klorofilok bomlásával párhuzamosan az öregedő sárga levelekben nagymértékű a karotinoidok lebomlása /oxidáció, illetve hidroxilálódás/.

Kiemelten állapíthatjuk meg, hogy az *Acer pseudo-platanus* levelei tartalmazzák a legtöbb sárga festéket és a bomlás is a leggyorsabb volt. Az *Acer platanoides* közepes festék

értékeket mutatott és lassabb volt a lebomlásának üteme is.

A *Fraxinus ornus* más genus, kevés festék anyagot tartalmazott és öregedése is igen lassúnak mutatkozott vizsgálatunk alapján.

Kísérleti eredményeink megegyeznek az irodalmi adatokkal.

Öregedő levelekben már kevesebb a festékanyag /Horváth - Farkas, 1977 Estrada/.

A fány intenzitás csökkenése maga után vonja a festék komponensek csökkenését /Kutas, 1979/ - tulajdonképpen ezt az őszi színes lombvizsgálataink jól alátámasztják.

Björn /1979/ Sapozhnikov /1978/ Derenko /1979/ megállapításaival egyezik kísérleti eredményünk, hogy augusztus, szeptember hónapokban a sárga festékek a legnagyobb mennyiségben találhatók.

I r o d a l o m

- ApRees, T., Beevers, H. 1960: The pentose phosphate pathway as a major component of the induced respiration of carrot and potato slices . Plant Phys. 35. 839-847.
- Augustinussen, E. 1964: On the formation of chlorophyll-a and chlorophyll-b in etiolated leaves. Physiol. Plantarum. 17.2. 403-406.
- Bagi, G.: Farkas, G.: 1967. On the nature of increase in ribonuclease activity in mechanically damaged tobacco leaf tissues. Phytochemistry, 6. 161-169.
- Bálint, J.L.: Kerecsényi, D.: Sárkány: M. Horváth, 1968. Change of total chlorophyll in vegetable plants. Acta Agr.Scient. Hung. 17. 437-440.
- Benson, A.A. 1963. Chloroplast lipid metabolism. Proc. Fifth Internat.Cong. Biochem. Moscow, Oxford, Pergamon Pf: 6. 340-351.
- Bezinger, E.N.: Csigirev, V.Sz.: Sziszakjan, N.M. 1964. Lipoaminokiszlotnije szojedinenija kloroplasztov. Dok.Akad. 158. 6. 1424-25.
- Bingham, S.W. 1967: Influence of herbicides on root development of Bermudagrass. Weeds. 15.4. 363-365.
- Björn, L.O.: Forsberg, Á.S.: 1979. Imaging by Delayed light emission /phytolumigraphy/ as a method for detecting damage to the photosynthetic system. Physiológia Plantarum 47. /4/ 215-222.

Bollag, I.M. 1963: Beitrag zur Klarung der Wirkungs -
weise der Gibberellinsäure beim vegetativen
Wachstum. Brauwissenschaft, Nürnberg. 16. 3.
77-82.

Brjanceva, Z.N. 1965: Izmenenija v szoderzsani endo -
gennih reguljatorov rosztu i nukleinovih
kisljot pod vlozaniem 2,4-D. Kak odin iz
vozmozhnyh mehanizmov ee fiziologicheskij
aktivnoszti. Moszkva. Izd. Nauka. 149-158.

Chibnall, Ch. A.: Wiltshire, G.H. 1954: A Study with
Isotopic Nitrogen of Protein Metabolism in
Detached Runner Bean Leaves. New Phytol.
53. 38-43.

Dauda, K.: M. Horváth, H. Vincze, 1968.: Pigment chan-
ges in Bean and Broad-bean. Acta Agr. Acad.
Scient. Hung. 17. 445-448.

Dedolph, R.R.: Wittwer, S.H.: Tuli, V. 1961. Senescence
inhibition and respiration.
Science. 134. 1075.

Dereniko, S.Á.: 1979. Changes in the accumulation of
ascorbic acid and carotenoids in mountain ash
fruit.
Farmatsevtichnit Zhurnal 5. 55-58.

Dévay, M. 1965. The biochemistry of vernalisation. Acta
Acad. Sci. Hung. 14. 275-287.

Dudinszkij, Ja. A. 1965.: Gisztokhimicshe vürcsennya aktivneszti perokszódazü ta polifenclokszódazü v. zonak interkaljar hogo rosztu. Zkr. Bot. Zs. Kiyev. 22. 6. 79-82.

Ejdel'man, Z.M.: Hodzsaev A.Sz. 1963.: Dinamika szvetovoj reakcii vzaimpprevrascsenija kszantotillov v proceszsze zelenija. Dokl.An.SzSzSzR. Moszkva, 150. 4. 928-930.

Estrada Castillo, C.F.: 1977. The effect of mineral deficiencies on the pigments in plastids of arabica coffee. Revista Cafetalera 166. 31-34.

Farkas, G.L. 1962. Probleme der. parasitogen stimulierten Biosynthese aromatischer Verbindungen. Ber. Dent.Bot.Ges. 74. 382.388.

Farkas, G.L.: Stahmann, M.A. 1966. On the Nature of Changes in Peroxidase Isoenzymes in Bean Leaves Infected by Southern Bean Mosaic Virus. Phytopathology. 56. 669-677.

Franch, C.S. 1960. The chlorophylls in vivo and in vitro. Handbuch der Pflanzenphysiologie. 252-322.

Gavrilenko, V.P.: Rubin, B.A. 1963.: Vlijanie paszoki na processzü zelenenija liszt'ev. Dokl. An SzSzSzR Moszkva, 148. 4. 958-961.

Giesz, B. 1966: A few physiological features of the Bánkúti 1201 Wheat. Acta Agr.Acad.Scient. Hung. 15. 420-421.

Gunning, B.E.S.: Barkley, W.K. 1963: Kinin-induced directed transport and senescence in detached oat leaves. *Nature*. 199. 262-265.

Hamilton, T.H.: Moore, M.I.: Rumsey, F.F.: Means, H.R. Schrank, A.R. 1965: Stimulation of synthesis of ribonucleic acid in subapical sections of *Avena* coleoptile by indulyl-3-acetic acid. *Nature*. 208. 5016. 1180-1183.

Heide, O.M. 1964.: Effect of light and temperature on the regeneration ability of *Begonia* leaf cuttings. *Physiol. Plant*. 17. 4. 784-804.

Heide, O.A. 1965. Interraction of temperature, auxins and kinins in the regeneration ability of *Begonia* leaf cuttings. *Physiol. Plant*. 18. 4. 891-920.

Herrett, R.A.: Berthold, R.V. 1965.: 3-4 Dichlorbenzyl methylcarbamate and related compound as herbicides. *Science*. 149. 191-193.

Horecker, B.L.: Smyrniotis, P.Z. 1955: G-Phosphoglucose dehydrogenase. In "Methods in Enzymology". /Collowick, S.P. - Kaplan, N.O. eds./ 1. 323-327. Academic Press. New York.

Horváth M. Mária-Fazekas Márta, 1977. Vadalma fajok pigment vizsgálata. *Bot. Közlem.* 64. kötet 4. füzet 1977.

- Horváth M.: Lásztity, D. 1965: The Quantitative Changes of Pigments in Intact and Detached Barley Leaves. Bot.Közl. 52. 2. 79-82.
- Horváth M.: Lásztity, D. 1966. Pigment changes in etiolated Barley Leaves. Acta Agr.Acad.Sci. Hung. 15. 119-125.
- Horváth M. Lásztity, D. 1967. Effect of kinetin on the pigment content of Barley Leaves. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. 16. 393-397.
- Horváth, M.: Klinda, L. 1968: Separation of Proteins in Barley Leaves. Acta Agr.Acad.Sci. Hung. 17. 261-264.
- Horváth, M.: Horváth, G. 1969: The petiolate rooting of Begonia semperflorens. Acta Agr.Acad.Sci. Hung. 18. 251-254.
- Horváth, M.: Posch, M.D. 1969: A hónapos retek *Raphanus sativus* L. convar. *radicula* /Pers./ DC./ pigment-tartalmának változása. Bot,Közl. 56. 2. 117-120.
- Horváth, M.: Lontai, I. 1970. Herbicid kezelés hatására bekövetkező élettani változások vizsgálata a gyökérben és hajtásban. II. A hajtás pigment-tartalmának alakulása. Acta.Biol.Szeged. /Megjelenés alatt/.
- Kahnovics, L.V. 1960. O nakopleniji hlorofilla a i b i izemenii razmerov i kolichestva hloroplastov v lisztjah repü v zaviszimoszti ot raznova kacsesztva szveta. Dokl.An.B.SzSz.R4. 6. 263-264.

- Kahnovics, L.V. 1961: Nakoplenie pigmentov i izmenenie , razmerov i kolichestva hloroplasztov v liszt jan szalata v zaviszimoszti ot intenszivoszti oszvescsenija razlicsnümi tipami ljuminesztcent-nühlamp. Voproszü fiziologii rasztenij i mikro - biologii. Minszk. 2. 78-85.
- Kaler, V.L.: Slük, A.A. 1962. Izmenenie szoderzsaniya protochlorofillida v processze zsizni zelenogo rasztenija. Biochimija, Moszkva, 27.4. 599-607.
- Key, J.L.: Lin, C.Y. Gifford, E.M.jr.: Dengler, R. 1966. Relation of 2-4-D-induced growth aberrations to changes in nucleic acid metabolism in soybean seedling. Bot.Garz.Chicago. 127. 2-3. 87-94.
- Knupl, J.S. 1966: Specific inhibitors of RNA and protein synthesis as supperessors of the IAA and cou - marin-induced growth responses. Acta Soc.Bot. Pol. 35. 3. 357-373.
- Kolesznyikov, L.V. 1963: Effektivnoszt, bornüh udobrenij. Szad.Vinogr. 18. 39-41.
- Komareckaja, E.N. 1966. Vlijanie razlicsnüh form azotnüh udobrenij i molibdena na aktivnoszt, polifenol- okszidazü i perodazü v liszt-jan karofelja. Fi - ziologibiohimicseszkie osznovü pitaniya rasztenij. Nankova Dumka, Kiev. 172-176.
- Koski, V.: French, C.S.: Smith, J.H.C. 1951: The action spektrum for the transformation of protochloro- phyll-a in normal ald albino corn seedlings. Arc Biochem.Biophys. 31. 1-17.

Kupke, D.W.: Dorrier, R.E. 1962: The chlorophyll a/b
ration of leaves in the dark. Plant Physiol.
Lancaster. 37. 63.

Kurlyanchik, I.A.: Suprunov, N.I. Sokokova, A.A.: Sysh-
chikova, N.M.: Dereniko, S.A.: 1980.
Corotekoid and ascorbic acid accumulation in
Anethum graveolens. Khimiya Prirodnikh Soedinit
6. 861.

Kurszanov, A.L.: Kulaeva, O.N.: Szvesnyikova, I.M.: Po-
pova, E.A.: Bolyakina, I.P.: Klyacsko, N.A.:
Vorobjeva, I.P. 1964: Vosztanovlenyije kle-
tocsnih struktur i obmena veshchestv v zsoltili
lisztah pod dejsztvijem 6-benzilaminopurina.
Fiziologia Rasztenij. 11. 838-847.

Kutas, E.N.: 1979. Effect of light intensity on the leaf
chlorophyll content of greenhouse plants.
Botanicheskij Zhurnal, 64 /3/ 420-426.

Lasztity: D.: Horváth, M. 1965: Changes of pigments in
barley leaves. Acta Agr.Acad.Sci. Hung. XIV.
321-326.

Lebegyev, Sz.I.: Litvicsenko, L.G. 1965: O bioszintez
hlorofilla v krasznoj i blizsnyej infra krasz-
noj oblasztjah. Dok. Akad.Nauk. 160. 6. 1427-
1429.

Lider, L.A.: Lange, A.H.: Leonard, O.A. 1966: Suscepti-
bility of grape Vitis vinifera L. Varieties to
root application of Simazine and Diuron. Proc.
Ame.Soc. Horticultural Science. 88. 341-345.

Liebenstein, F.: Linsey, N. 1963: Effect of virus infection on peroxidase activity and C_6/C_1 ratios. *Phytopath.* 53. 350.

Lontai, I.: Horváth, M.: Rojik, I.: 1970. Herbicid kezelés hatására bekövetkező quantitativ változásról az enzimes ribonukleinsav bontásban árpa növényénél.

Acta Bot. Budapest /Megjelenés alatt/.

Lundegardh, H. 1964: The effect of light on chloroplast carotenoids. *Physiol. Plant.* 17.2. 482-491.

Madsen, A. 1962: The formation of chlorophyll and the initiation of photosynthesis in etiolated wheat leaves. *Plant Physiol. Lancaster.* 37.39.

Madsen, A. 1963: The time course for the photoconversion of protochlorophyll by flash illumination. *Physiol. Plant. Copenhagen.* 16. 2. 470-473.

Mapson, L.W. 1958: Metabolism of ascorbic acid in plants. Part I. Function. *Ann.Rev.Plant.Phys.* 9. 119-150.

Margulies, M.M. 1964: Effect of chloramphenicol on light-dependent synthesis of proteins and enzymes of leaves and chloroplasts of *Phaseolus vulgaris*. *Plant Physiol.* 39. 579-585.

Maróti and Éva Gabnai: Separation of Chlorophylls and Carotenoids by Thin-Layer Chromatography. *Acta Biologica Szeged* 17 /15/ pp. 67-77 /1971/.

Marré, E.: Alberghina, F. 1961: Aumento dell' attività Glucosio-t-fosfato deidrogenasica in fettine di organi di riserva. Rendic. Acc. Naz. Lincei. Cl. Sc. Fis. Ser. VIII. 3. 261-264.

Marschner, H. 1964: Chlorophyllbildung und Blattschaden bei Gerste unter dem Einfluss von Calciumionen. Flora. 155. 1. 30-51.

Martos, V. 1959: Experimental Data Concerning Effect of Plant Root on Aerial Parts. II. Nitrogen and Phosphate Fractions of the Basal Meristem of Young Wheat Leaves. Acta Biol. Acad. Sci. Hung. 10. 15-22.

McLean, D.C.: Dedolph, R.R. 1962: Effects of N⁶-benzyl-aminopurine on post-harvest respiration of Chrysanthemum morifolium and Dianthus caryophyllus. Bot. Gaz. 241. 20-21.

Mileff János 1981: Sárga pigmentek változása a szenesz-cencia folyamán. Szakdolgozat. Szeged 24 oldal

Mitrakos K. 1961: The participation of the red farred reaction system in chlorophyll-metabolism. Physiol. Plant. Copenhagen. 14. 3. 497-503.

Müller, L.: 1975. Results of a research project concerning grapevine chlorosis, wein, Obstbau und Frürverung 29,4. 141-150.

- Neish, A.C. 1960: Biosynthetic pathways of aromatic compounds. *Ann:Rev.Plant. Phys.* 11. 55-80.
- Ockerse, R.: Siegel, B.Z.: Galston, A.W. 1966: Hormone - induced repression of a peroxidase isozyme in plant tissue. *Science, Washington.* 151. 3709. 452-453.
- Osborne, D.J. 1962: Effect of kinetin on protein and nucleic acid metabolism in *Xanthium* leaves during senescence. *Plant.Phys.* 37. 595-602.
- Oszipova, D.R.: Amur, N.J. 1965: Struktura kloroplastov alasztev kukuruzi viraszszik v raznik usloviah oszvescsenii. *Fiziologia rasztenij.* 12.6.
- Price, L.: Klein, W.H. 1962: Chlorofill synthesis in irradiated etiolated bean leaf tissue. *Radiat. Bot.Oxford.* 1.4. 269-275.
- Pül'nev, V.M. 1961: K voproszhamob aktivnoszti peroszidazü v generativnüh organah *jarovoj psenicü.* *Dokladü ZSzHA, Biol.-raszt. Moszkva* 72.72. 59-64.
- Ragland, Th.E.: Hackett, D.P. 1963: Metabolic roles of NADH and NADPH in the etiolated pea stem. *Plant Phys.* 38. XIX.
- Raszperin, V.A. 1964: Ob aktivnoszti katalazü i perok - szidazü v rasztenijah obratonnük gibberillina. *Fiziol. Raszt. Moszkva.* 11. 3. 531-537.
- Reed, D.J.: Kolattukudy, E.E. 1963. Metabolic changes in red beet during washing. *Plant.Phys.* 38. XIX.

Rigó, K.: Toller, K. 1966: Measuring peroxidase enzyme activity in barley and wheat seedlings. *Acta Agr. Acad. Sci. Hung.* 15. 440-444.

Ritenour, G.: Huffaker, R.S. 1964: The effect of light nitrogen nutrition and temperature on the nitrate reductase activity of barley seedlings. *Plant Physiol.* 39. XX.

Sahai, B.I.: Ware, G. 1965: The Effect of Kinetin on Nucleic Acids and Nucleases of Excised Barley Leaves. *Plant Physiol.* 40. 1. 62-64.

Sapozhnikov, D.J.: Maslova, T.G.: Popova, O.F.: Popova J. A.: Koroleva, O.YA.: 1978.
Methods of fixation and Storage of leaves for the quantitative determination of plastid pigments, *Botanicheskii Zhurnal* 63 /11/ 1586-1592.

Schwarze, P. 1961: Untersuchungen über die Ursachen der Peroxydasevermehrung in gestörten Phaseolus Arthasterden. *Planta, Berlin.* 56. 6. 691-699.

Sehának, J. 1966: Einfluss des Kinetines auf den Gehalt endogener Gibberelline in den Wurzeln dejiptierter Erbsenkeimlingen. *Die Naturwissenschaften. Berlin.* 53. 13. 336.

Slük, A.A.: Sztanisevskaja, E.M. 1962: Temnovoj biosintez hlorofilla v zelenom rashtenii. *Dokl. AN. SzSzSzR. Moszkva.* 144. 1. 226-229.

Smith, J.A.C.: Benites, A. 1963: The protochlorophyll protochlorophyll in leaves. *Cornegie Inst. Year Book* 52. 149-153.

- Solymosy, F.: Farkas, G.L. 1963: Metabolic characteristics at the enzymatic level of tobacco tissues exhibiting localized acquired resistance to viral infection. *Virology*. 21. 210-221.
- Strong, F.M. 1956. Topics in microbial chemistry Anti - mycin, Coenzyme A. Kinetin and Kinins. /presented at the Institute of Microbiology Pertgers the State University of New Jersey/.
- Sul'gin, J.A.: Hodorenko, L.A. 1964: Vlijanie szepktral'nogo szosztava i intenzivnoszti lucsisztoj energii na szoderzsanie hlorofilla v zaviszi - moszti ot dlonü fotoperioda. *Dokl. An. SzSzSzR Moszkva*. 156. 3. 712-714.
- Szalai, E.: Horváth, M. 1968: A fejes saláta /*Lactuca sativa* L. convar. capitata Alef./ pigmenttartalmának változása. *Bot. Közl.* 55. 4. 263-266.
- Sziszakjan, N.M. 1963: Biosynthesis of protein in chloroplasts. *Proc. Fift Internat. Cong. Biochem. Moscow*. 2. 26-29.
- Szudnik, N.Sz. 1960: Vlijaniye szvetovovo rezsim na formirovanie fotoszintezirujuscsevo apparata u udnoletnih szejancev cseresnyi. *Fiziol. Raszt.* 7. 2. 214-216.
- Tageewa, K.: Taujimoto, U.Y.: Arnon, D.I. 1962: Analysis of photosynthetic reactions by the use of monochromatic light. *Nature*, 199. 4800. 1247-1252.

- Tien, P.: Tang, P.S. 1963: Oxidative metabolism of glucose in leaf tissues infested with tobacco mosaic virus. *Scientia Sinica*. 12. 565-573.
- Todd, G.W. Yoo, B.Y. 1964: Enzymatic changes in detached wheat leaves as affected by water stress. *Phyton*. 21. 61-681.
- Udvardy, J.: Horváth, M. 1964: Role of the Root System in the Regulation of Oxidative Metabolism in Barley Leaves. *Acta Biol. Hung.* 15. 67-75.
- Udvardy, J.: Horváth, M.: Kisbán, K.: Dézsi, L.: Farkas, G.L. 1964: Alteration of Enzyme Activities in Detached Leaves and their Counteraction by Kinetin. *Experientia*. 20. 214. 1-4.
- Ulehla, J. 1961: Correlative inhibition of formation of chlorophyll in the leaves of etilated pea plants. *Nature*. 191. 4788. 613-614.
- Varner, J.E. 1964: Gibberillic acid controlled synthesis of alfa-amylase in barley endosperm. *Plant Physiol.* 39. 413-415.
- Ventianer, P. 1964: A diszulfid hidak kialakulása a fehérjékben. Kandidátusi disszertáció. Budapest.
- Virgin, H.T. 1964. Some effects of light on chloroplasts and plant protoplasm. *Photophysiology*. New York-London. Acad.Press. 273-303.

Watson, R.L.: Landsberg, J.J.: 1979. The photosynthetic of apple leaves /c.v Golden Delicious/ during Theier carly growth. In Photosyntheses and Plant Development 39-48.

Wolf, F.T. 1964: Influence of day leagth on the chlorophyll content of wheat seedlings. Fyton Vicente López. 21. 1. 91-94.

Zucker, M. 1963: The influence of light on synthesis of protein and of chlorogenic acid in potato tuber tissue. Plant Phys. 38. 575-580.

A dolgozat több év kísérleti munkát dolgoz fel.
Itt fejezem ki köszönetem a JATE Genetikai Tan-
szék Származástani részlegén dolgozó laboránsok-
nak segítőkész munkájukért.

Külön köszönetet mondok dr. Horváthné dr. Mészáros
Mária egyetemi docensnek, hogy nagy szaktudásával
és odaadó lelkes segítségével támogatta munkámat.