

Tendenciák vagy szignifikáns differenciák érvényesülnek a Zalensky-szabályban?

(Kvantitatív anatómiai vizsgálatok
a *Pimpinella anisum* L. levelein)

SZUJKÓ-LACZA Júlia

Természettudományi Múzeum Növénytára, Budapest

ABSTRACT: (Do trends or significant differences prevail in the Zalensky-law? (Quantitative anatomical studies on the leaves of *Pimpinella anisum* L.) - Trends and significant differences (S.D.) concerning the mean values of eleven anatomical characteristics of the sequence of leaves and the matrix arrangement and evaluation of the S.Ds. The trend of mean values and S.Ds. (with some exceptions) support the Zalensky law. The frequency of S.Ds. increases upward on the stem. On the basis of investigations for 2 years the stoma numbers on the underside of leaves and thickness of the palisade parenchyma layer are subjected more to genetical, while other three rather to ecological, effects.

BEVEZETÉS

ZALENSKY 1904-ben (v.ö. SINNOT 1960) fás fajok levelein végzett megfigyelések alapján megállapította: a fán a levélinszerzőspontszintjével változik a levélstruktúra, azaz a gyökértől való távolság növekedésével a struktúra egyre xeromorfabbá válik. A progresszíve magasabban levő leveleknek kevesebb lesz a sejtje, kisebbek a sztóma, nő viszont a területegységre eső számuk, nagyobb a területegységre eső érhosszuság, vastagabbak és kevésbé hullámosak az epidermisz sejtfaalak, nő a paliszád- és a szivacsos-parenchyma közötti kontraszt, csökken az intercellulárisok területe és a mechanikai szövetek jobban kifejlődtek. SALISBURY (1927) már egy lágyszáru fajon, a *Dactylis glomerata*-n számolja, méri az anatómiai elemek variációját és közli levélemeletenként az alapadatokat. Ugyancsak SALISBURY (1932) alátámasztotta ZALENSKY megállapítását azzal, hogy kimutatta: a sztóma frekvencia nőegységnyi területre vonatkoztatva, a levélinszerző magasságával. (Más vizsgálati szempontból érdekes, hogy szerinte a sztóma index (sztómaszám/epidermisz-sejtszám) azonos régióban kevésbé változik.) WEAVER - CLEMENTS (1929) az egységnyi területre vonatkoztatott sztómaszám növekedését az epidermisz sejtek környezeti tényezők által limitált megnyúlásával hozzák kapcsolatba. SALISBURY megállapítását WEAVER - CLEMENTS mellett legújabb KNECHT - O'LEARY (1972) vizsgálatai erősítették meg. A babnövény harmadik levélén különböző fényintenzitások mellett szignifikánsan eltérő levélfelületet illetve egységnyi területre vonatkoztatott sztómaszámot kaptak, de a teljes levélfelület és sztómaszám figyelembe vételével a különbségek eliminálódtak. Hazai példákat említve: FARKAS-RAJHÁTHY (1955), SIMON-WOLCSÁNSZKY - MOLNÁROS (1964) kulturnövényeken tanulmányozták a sztómaszám változást levélemeletenként. Velük együtt a cseh

TICHA (1964) nemcsak a sztómaszám alakulását, hanem a különbségek szignifikancia szintjét is vizsgálta. Egyéb anatómiai sajátosságokra vonatkozóan pl. WYLIE (1939) a levélszövetek és szállítónyálbóssz viszony alakulásán ismertet egy fokozatosságot az alsóbb levelektől a felsőig. TURREL (1942) a *Medicago sativa* korai- és késői elsődleges, másodlagos és harmadlagos keletkezési levelein, a paliszádparenchyma sejtek belső felületének növekedését ($m\mu^2/m\mu^3$ -ban), az intercellulárisok csökkenését mutatta ki a mezofillumon belül, a száron alulról felfelé haladva. A téma ASHBY (1948) érdeklődését is felkeltette, aki *Ipomoea* levelek területét, s bennük a sejtek méretét és számát tanulmányozta, a leveleknek a hajtáson elfoglalt pozíciója szerint.

A fenti jelenségek és kialakulásuk nem növényi tényezők közötti kapcsolatok egyikére már ZALENSKY is rámutatott. Szerinte az ökológiai effektusok közül elsősorban a vízellátás vált ki különbségeket az egymásfeletti levelek szöveti szerveződésében. A ZALENSKY által említett effektus elsősorban a xeromorfálás arányában hat. (A xerofiton növények jellemzését 1931-ben MAXIMOV, a xeromorf levél strukturális sajátosságait pedig SHIELDS (1952) foglalta össze.) SCHÜRMANN (1959) szerint kapcsolat mutatható ki a vízfaktor és a sztóma iniciálisok keletkezése között, bár a víz hatásmechanizmusa lényegileg ismeretlen ebben a folyamatban. A környezeti tényezők és a sztóma keletkezés közötti kapcsolatok kísérleti eredményeit 1963-ban összefoglalóan ismertette ZUCKER (v.ö. FERNANDEZ - MIJICA 1973, ESAU (1969), újabban pedig egyes vizsgálati eredmények GINDEL (1968), SIMON-WOLCSÁNSZKY - SZEGEDI (1969), KNECHT - O'LAERY (l.c.), FERNANDEZ - MIJICA (l.c.) és mások munkái nyomán láttak napvilágot.

Ismeretes azonban, hogy a xeromorf jellemvonások és gradációik nem csak egy egyeden belül, hanem azonos termőhelyen nőtt, de különböző fajok között is fellelhetők. Az idevonatkozó korábbi megfigyeléseket 1950-ig SHIELDS tárgyalja, vagy példaként a legutóbbi évekből megemlíthető MOONEY-KUMMEROW (1971), akik a sztómaszám, a sztóma hosszúsága, a levélvastagság és a levélsűrűség (g/dm^2) vizsgálataival, a xeromorfia eltérő fokozatait igazolták, négy szklerofil örökzöld cserjefajon.

FETZ - DUNHAM (1972) kísérletileg igazolták a kapcsolatot 3 eltérő fényintenzitás és azonos faj egyedei ugyanazon régiójában kifejtett leveleinek felülete, vastagsága, a két asszimiláló réteg vastagsága és színe között. (A fényintenzitás csökkentésével szignifikáns differenciát mutatott a levélterület és a levél színe). Statisztikailag is igazolható eltéréseket mutatott a *Quercus pubescens* négy különböző víz- és fényellátottságú termőhelyen nőtt egyedeinek azonos szintből vett levele a mezofillum-cella nagyság, a sztómaszám és a paliszád/szivacsosparenchyma arányában FEKETE - SZUJKÓ-LACZA (1973) szerint. A xeromorfia problematikájának érintése után visszatérek az egy növény levelein megállapított változások témaköréhez, ill. saját vizsgálati célkitűzésemhez, amelyet az alábbiakban körvonalazok.

Kutatásaim elsősorban arra irányultak, hogy megállapítsam, a ZALENSKY szabály vajon tendenciáiban vagy szignifikáns differenciákban is érvényesül-e? E célra a *Pimpinella anisum* leveleit választottam, amelyek a növény architektúrájából adódóan különböző időpontokban fejlődnek ki és szintenként is jól vizsgálhatók. Ez a felépítés lehetővé tette, hogy mérjem és számoljam a tőlevélrózsa első levelétől a 7. szárlevélig, összesen tehát 10 levélen, 8 levélmenetben (egymás feletti régióban) az alábbi anatómiai sajátosságokat: a levélkeresztmetszet terület (továbbiakban lkm t), a lkm szivacsosparenchyma t, a lkm paliszádparenchyma t, a lkm területre eső szállítónyálbók szá-

mát, a lkm t-re jutó illóolajjáratok számát. Megszámoltam ugyanezen területre jutó epithelsejtek számát, a szivacsosparenchyma t-re jutó sztómák számát a levél fonákán, a paliszád-parenchyma t-re jutó sztómák számát a levél színén, az össz-sztómaszámot. S kiszámoltam az egy szállítónyalábhoz illetve egy illóolajjáratához tartozó mezofillum területegységet. A tendenciák felismerése érdekében az azonos tulajdonság levélemelelenkénti változását az átlagértékek alapján követtem. A következő lépésként a vizsgált tulajdonságokat külön-külön variancia-analízisnek vettem alá és ennek alapján minden levél (emelet) pár között vizsgáltam a szignifikáns differencia értékeket. Ezzel nem vettem vizsgálat alá a ZALENSKY által megállapított valamennyi anatómiai sajátosságot, közülük csak néhányat, ugyanakkor más irányban, elsősorban funkcionális anatómiai szempontok érvényrejuttatásával, megnőveltem a vizsgált elemek számát, a mintavételi szisztéma és vizsgálati módszer megtartása mellett.

Ezen felül néhány anatómiai sajátosság, így a területegységre jutó sztómaszám (a levél színén és fonákán), a paliszád/szivacsosparenchyma arány és e rétegek vastagsága értékeinek alakulását 1972-ben és 1973-ban elvetett növényeken és vizsgáltam, véletlen elrendezésű variancia analízis segítségével, az ökológiai tényezők hatás-konzekvenciájának ill. mértékének megállapítása érdekében.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A leveleket 1972-ben a Természettudományi Múzeum kertjében kerti talajban, kb. 20 cm-es sortávolságra, 1973-ban Soroksáron, középkötött talajon, 20 cm-es sortávolságra elvetett, (a virágzati főtengelyen) a főernyő virágzását közvetlenül megelőző fejlődési fázisban lévő, de teljesen kifejezett szár-levélezettel rendelkező növényekről szedtem. 1972-ben a mintavétel idején az 1. és a 2. tőlevél már lepusztult, 1973-ban még az összes tőlevél ép volt a gyűjtés időpontjában. Mindkét évben 3-3 átlagos magasságu példány leveleit szedtem le, majd a levelek - szárlevelek esetében a középső levélkék - csucsa alatt vágtam ki 5-6 mm-es levéllemez darabkákat. Ezek kerültek fixálásra, majd paraffinos beágyazásra SÁRKÁNY - SZALAI (1968) szerint. A metszetek 10 és 15 μ m vastagságúak voltak, festésük tuloidinkékkel történt. A méréseket Amplival mikroszkóp alatt, okulár mikrométerrel végeztem; illetve 800 μ m oldalhosszuságu négyzetekre osztott lemez szolgált a sztómaszámlálás alapterületéül.

A levél keresztmetszetében sohasem egyenlően vastag, ezért a hiba csökkentése érdekében, a levél vastagságát (magasságát), szivacsos- és a paliszádparenchyma magasságát minden esetben két különböző helyen mértem, mégpedig a marginális és az elsőrendű oldalér között, és a főér mellett. Az így kapott trapéz területét $T = \frac{a+b}{2} \cdot m$ képlet alapján számítottam ki. Az m értéket itt a levél félszélessége - a szélétől a főérig - jelentette, ugyancsak μ m-ban. Ezt neveztem el levélkeresztmetszet területnek, ill. szivacsos- és paliszádparenchyma területnek és mm^2 -ben fejeztem ki. Tekintettel arra, hogy részben metszés hibából, részben pedig a levelek morfológiai változásából (az első három levél még ép lemezű, a felette levők pedig egyre keskenyebbek és osztottabbak) adódóan is felléphetnek különbségek, ezért ennek korrigálására a továbbiakban az adatokat standardizáltam a levélkeresztmetszet területre vonatkozóan. Oly módon, hogy a levélkeresztmetszetben megszámlálható szállítónyalábok számát (tekintet nélkül nagyságukra), az illóolajjáratok mennyiségét (lokalizációjuktól függetlenül), az

illóolajjáratok körüli szekretáló epithelsejtek számát, és a szivacsos parenchyma alatt, illetve a paliszádparenchyma felett, a metszet egyetlen vonalában megtalálható sztómák számát külön-külön osztottam a levélkeresztmetszet területtel.

Ily módon kaptam meg a szállítóyaláb/levélkeresztmetszet területegységet (lkm te), illóolajjáratszám/lkm te, epithelsejtszám/lkm te, levélfonáksztómaszám/szivacsos parenchyma lkm te, levélszinsztóma szám/paliszádparenchyma lkm te, össz-sztómaszám/lkm t-re vonatkoztatott adatokat. A levélkeresztmetszet terület/szállítóyaláb szám esetén az egy szállítóyalábhoz tartozó mezofillum területe, a levélkeresztmetszet/illóolajjárat arány megállapításával pedig az egy illóolajjárhoz tartozó mezofillum területet nyertem. A mérési eredményeket átlagoltam, variancia analízisüket SVÁB (1967) szerint végeztem el. Az eredményeket 5, 1, és 0,1 %-on fogadtam el szignifikánsnak.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az 1. táblázatban összeállítottam az 1-től a 10. levélig vett mintákból nyert anatómiai sajátosságok átlagértékeit, az egyes karakterisztikumok levélszámonkénti ill. levélelemlenkénti változása tendenciájának megállapítása érdekében, az 1973. 3. 26-án elvett növények adatai alapján.

Az 1. táblázat a_1 oszlopában a levélkeresztmetszet terület az első levéltől a tizedikig csökken, kivéve a 8. levelet. Az a_2 és az a_3 oszlopban a szivacsos- és a paliszádparenchyma területe nem mutatnak ilyen egyirányú gradált változást. A paliszádparenchyma vastagsága majdnem mindenütt megegyezik a szivacsos parenchymáéval, csak az első levél esetében haladja meg ez utóbbi értékét. Az a_4 oszlopban a szállítóyalábszám az 1. levéltől a 7. levélig nagyon lassan nő, ettől felfelé pedig gyorsabban emelkedik. Jóval egyenletesebb növekedési tendenciát mutat levélelemlenként az illóolajjáratok száma. Ugyanez a gradáció érvényes az epithelsejtek számára is, ami természetesen, márcsak az illóolajjáratokhoz való asszociáltságuk miatt is. A levél fonákepidermisz sejtjei között, a szivacsosparenchyma alatt, a sztóma frekvencia egyenlőtlenül változó, de legkisebb az 5. levélen. Az 1. és a 10. levél között a szélsőértékek közötti különbségek nagyok, s a növekedés az utóbbi javára jelentékeny. A paliszádparenchyma területre standardizált levélszinepidermisz sztómaszámban kiugróan magas értéket mutat a 2. és a 10. levél, legalacsonyabbat a 9. Nem tapasztalható egyértelmű irányváltozás az össz-sztómaszám átlagértékeiben sem. Az a_9 oszlopértékek inkább egy három fokozatu, ismétlődő tendenciát mutatnak, kivétel a 10. levél. Az első levélnél magasabb a második, majd a harmadik levél össz-sztómaszáma, a negyediké alacsonyabb, mint a harmadiké volt, az 5. levélé újra magasabb mint a 4.-é és alacsonyabb mint a 6.-é és így tovább.

Az a_{10} és az a_{11} oszlop adatai olyan tulajdonság arányokat tartalmaznak, amelyek kialakulásuknál fogva függenek a levél merisztématisz szövetei differenciálódása révén, az akkor adott körülmények között létrejött, és az előzőekben már tárgyalt anatómiai sajátságoktól, de alapjában véve funkcionális egységek.

Az egy szállítóyalábhoz tartozó mezofillum terület a levél keresztmetszetében azt a kétdimenziós mezofillum területet jelenti, amelyen belül az ellentétes irányú ún. "short transport" történik, ill. a transzlokáció következő fázisában, az adott mezofillum te-

1. táblázat - Table 1.

A *Pimpinella anisum* levél anatómiai sajátosságainak átlagos értékei az 1. levéltől a 10.-ig. - Mean values of the anatomical characteristics of *Pimpinella anisum* leaves.

b	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉	a ₁₀	a ₁₁
1	1,0859	0,5275	0,5583	13,8	7,0	42,0	31,7	28,3	30,0	0,0726	0,1474
2	1,0693	0,5477	0,5217	18,4	7,2	45,6	38,8	38,3	38,5	0,0554	0,1402
3	1,1288	0,5604	0,5683	19,4	7,4	54,1	39,9	32,5	46,5	0,0520	0,1392
4	1,0416	0,4623	0,4597	19,8	7,6	48,5	35,3	30,5	39,9	0,0511	0,1315
5	0,9005	0,4504	0,4501	22,0	9,2	59,9	31,7	29,9	39,3	0,0461	0,1098
6	0,9894	0,4984	0,4910	19,5	9,0	62,5	49,8	29,0	45,6	0,0544	0,1184
7	0,7653	0,3950	0,3703	20,2	11,4	65,0	41,7	30,7	36,1	0,0500	0,0884
8	1,1773	0,6094	0,5679	24,6	11,2	67,8	35,4	33,4	34,4	0,0409	0,0909
9	0,9110	0,4273	0,4836	24,0	12,9	81,5	44,8	27,1	35,3	0,0444	0,0775
10	0,7573	0,3813	0,3760	27,8	14,1	92,9	59,3	36,0	47,9	0,0366	0,0714

Jelmagyarázat - Symbols: a₁ = levélkeresztmetszet terület mm²-ben - area (in mm²) of transverse section of leaf; a₂ = szivacsosparenchyma terület mm² - area (in mm²) of spongy parenchyma layer; a₃ = paliszádparenchyma terület mm² - area (in mm²) of palisade parenchyma layer; a₄ = levélkeresztmetszet területegységre (lkm te) eső szállítónyaláb szám - number of bundles per unit area of leaf transverse section (ualts); a₅ = lkm te-re eső illóolajjárat szám - number of secretory channels per ualts; a₆ = lkm te-re eső epithelsejt szám - number of epithelial cells per ualts; a₇ = szivacsosparenchyma területegységre eső sztómaszám a levél fonákán - number of stomata per unit area of spongy parenchyma on lower side; a₈ = paliszádparenchyma területegységre eső sztómaszám a levél színén - number of stomata per unit area of palisade parenchyma on upper side; a₉ = lkm te-re eső össz-sztómaszám - total number of stomata on ualts; a₁₀ = 1 szállítónyalábhoz tartozó mezofillum terület - mesophyll area of one transport bundle; a₁₁ = 1 illóolajjáratához tartozó mezofillum terület - mesophyll area of one secretory channel; b = levél sorszáma - serial number of leaf.

terület által termelt szervesanyag bejut a "long transport"-ba azaz a szállítónyalábok sejtjeibe, és fordítva, a long transportból a víz és oldott sók a short transport révén jutnak el, részben a mezofillum terület mérete által is meghatározó sebességgel a mezofillum elhelyezkedő sejtkekhez. (FEKETE - SZUJKÓ-LACZA - 1973 - bevezették a mezofillum cella fogalmát, amely egy háromdimenziós egység, de ennek a mérése a kétdimenziós metszeteken nem lehetséges, s különleges érdekessége is az elsődleges asszimilációs termékek létrehozásának anatómiai feltételeivel kapcsolatos.)

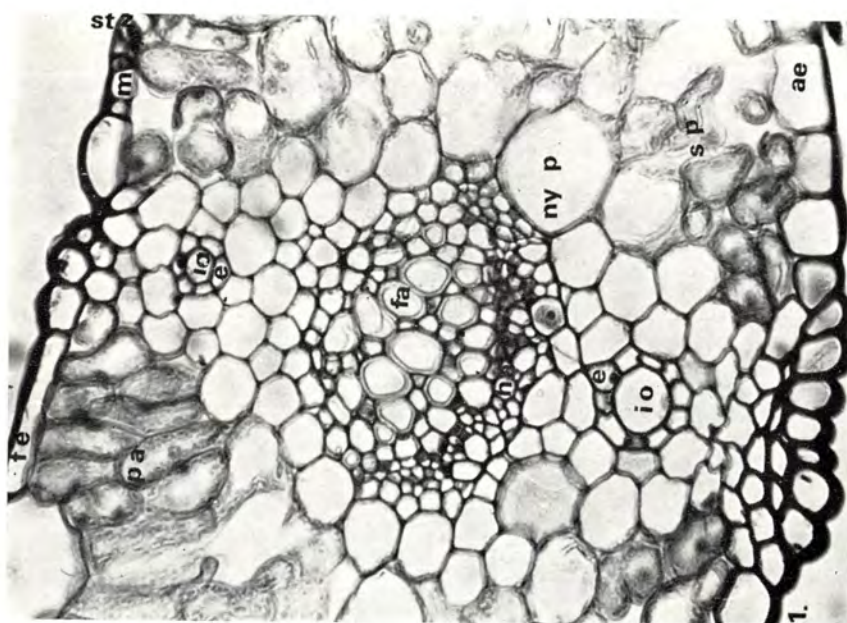
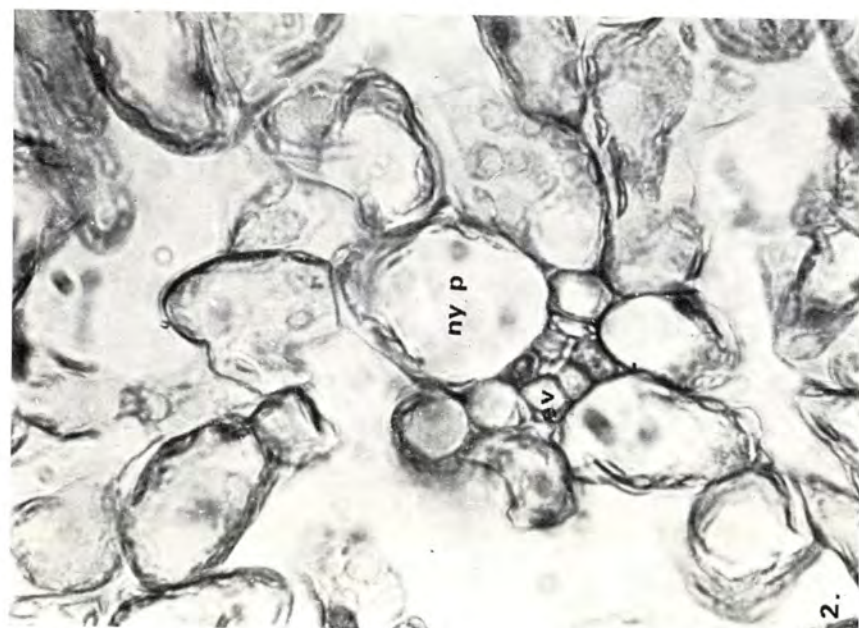
Az a_{10} -tulajdonság mérete a 6. és a 7. levél kismérvű kivételével, az alsó levelektől a 10.-ig csökken. A gyakorlatban ez a felső levelek nagyobb vizigényét és a vízzel kapcsolatos funkció fokozódását jelentheti párhuzamosan a szállítónyalábszám ugyanilyen irányú növekedésével (v.ö. az a_4 oszlop értékeivel). Érdekes megemlíteni, hogy SINNOT (1960) vitatja a xeromorf levélnek a vízvesztesség redukciójához történt adaptálódását. Vizsgálatai szerint ugyanis a felső levelek sokkal gyorsabban transpirálhatnak, mint az alsók. Az ánízsra vonatkozóan: potenciálisan a több szállítónyaláb, kisebb mezofillum tér nagyobb víz- és szervesanyag szállítási sebességet biztosíthat, mint a fordított eset. Ilyen módon előállhat azonos egyed levélemeletein belül, a gradált funkcionálási sebesség különbség anatómiai sajátosságai révén is.

Az egy illóolajjáráthoz tartozó mezofillum terület az illóolajat termelő ánízs esetében kitüntetett szerepet kap. SZUJKÓ-LACZA (1973 a) kimutatta, hogy a növény vegetatív szerveiben, így a levelekben is, az illóolajjáratok minden esetben a szállítónyalábokhoz asszociáltak, azok nyalábhüvely-parenchymáján belül találhatók. Ennek alapján a szállítónyalábok és illóolajjárataik között funkcionális kapcsolatot tételezett fel. Az egy illóolajjáráthoz tartozó mezofillum terület az 1. levéltől a 10.-ig csökken, (1. az a_{11} oszlop adatait), az a_6 oszlop értékei szerint a benne elhelyezkedő illóolajtermelő epithelsejtek száma pedig nő. Az elsődleges szervesanyagtermelő mezofillum területen belül a short transport révén a szállítónyalábok a nyalábhüvely-parenchymán keresztül laterális irányból (stálán már részben újra transzformálva) kapják a mezofillum sejtei által termelt szervesanyagot, amely a hánccsparenchyma sejteken át bejut a rostacsövekbe és kíséresejtjeikbe. Mivel a kis szállítónyalábok végződése mellett sehol sincs illóolajjárat (1. kép.), bár a szállítónyaláb és a körülötte elhelyezkedő mezofillum sejtek között itt van a legközvetlenebb kapcsolat (v.ö. PLYMALE - WYLIE 1952), ebből feltehető, hogy a szállítónyaláb alatt - nagyobb méretűek esetében felette is (2. kép.) - elhelyezkedő epithelsejtek az illóolajtermeléshez szükséges alapanyagokat nem közvetlenül a mezofillumból, hanem a már nagyobb mennyiségű szervesanyagot szállító hánccsból, a nyalábhüvely-parenchymán belüli oldalirányú short transport révén nyerik.

1. kép. - Fig. 1. A *Pimpinella anisum* levél főérének keresztmetszete. 450x. - Transverse section of midrib in *Pimpinella anisum* leaf. 450x.

2. kép. - Fig. 2. Érvégződés a levél mezofillumában (km). 850x. - Vein ending in mesophyll of leaf. 850x.

Jelmagyarázat - Symbols: év = érvégződés, vein ending; fe = felső epidermisz, upper epiderm; ae = alsó epidermisz, lower epiderm; ny p = nyalábhüvely parenchyma, bundle sheath parenchyma; e = epithel sejtek, epithelial cells; io = illóolajjárat, secretory channel; fa = farész, xylem; há = hánccsész, phloem; pa = paliszádparenchyma sejtek, palisade cells; sp = szivacsoparenchyma sejtek, spongy cells; st z = sztóma zárósejt, guard cell; m = sztóma melléksejt, subsidiary cell.



Ebben a folyamatban anatómiai felépítésük következtében speciális szerepe lehet az epithelsejtekkel közvetlenül érintkező háncs- és a nyálábhüvely-parenchyma sejteknek (v.ö. GUNNING - PATE 1969). Az epithelsejtek szintetizálják az illóolajat, majd excretálják (FREY - WISSLING 1935, ESAU 1969) azokat, az illóolajjáratokba. Ez utóbbiak ilyen módon válhatnak energia akkumuláló sejtjeivé a növényeknek. Az árnizs esetében a levélemeletenként növekvő számú szállítónyaláb és epithelsejt funkcionálási sebessége lokálisan meghatározhatja az időegység alatt egy mezofillum területegységen belül termelt illóolajmennyiséget. Az így felhalmozott energia bázis pedig feed-back reakcióval esetenként regulálhatja a rendszert.

Az 1. táblázatban összefoglalt anatómiai sajátságok levelenként ill. levélemeletenkénti vizsgálata, átlagértékeik figyelembe vételével, az így kiemelt karakterisztikumok alakulásának tendenciáját, vagy annak hiányát fedte fel.

A (sensu lato) xeromezofil növények csoportjához sorolható *Pimpinella anisum* leveleinek anatómiai vizsgálata kimutatta: a szállítónyaláb szám, a szállítónyalábokhoz asszociált illóolajjárat- és epithelsejt szám, s megközelítően, a levélfonákán a szivacsos-parenchyma területegységre jutó sztóma szám, a ZALENSKY szabály szerint alakul. A levélkeresztmetszet területben, a szivacsos- és paliszádparenchyma területben ez a tendencia nem ismerhető fel teljes egészében, nyilván a környezeti tényezők nem teljesen egyirányú hatása miatt. Az össz-sztómaszám alakulásában a ZALENSKY szabályt, úgy tűnik, a növény architektúrája modifikálja, pontosabban a leveleknek a száron egymás felett 90° -os eltéréssel történő megjelenése és egyéb eddig ismeretlen tényezők. Az egy illóolajjáratához tartozó mezofillum terület alulról felfelé csökken, itt tehát egy látszólag ellentétes tendencia mutatható ki (v.ö. a szállítónyalábok és illóolajjáratok kapcsolatáról mondottakat).

A továbbiakban, a tendenciákat kifejező átlagértékek figyelembe vételével, a célkitűzés szerint, szükséges megvizsgálni, hogy a levelenként adódó különbségek milyen esetekben jelentenek szignifikáns differenciákat. A szignifikáns differenciák száma egy anatómiai karakterisztikumra vonatkozóan, a 10 levél levélpáronkénti összevetése alapján maximálisan 45 lehet.

A variancia analízis alapján végzett szignifikancia vizsgálat szerint, a szignifikáns differenciák száma (implicite hiánya) anatómiai sajátságok szerint az alábbi megoszlást mutatja.

A továbbiakban az adatok analízise és a maximális információ nyerése céljából a szignifikáns differenciákat mátrix alakban rendeztem el.

A 2. és 3. táblázat adatai szerint, szignifikáns különbségek legnagyobb számban az epithelsejteknel találhatók, majd rangsorban az össz-sztómaszám és a fonákepidermisz sejtek közötti sztómák száma, illóolajjáratok és szállítónyalábok, az egy szállítónyalábhoz tartozó mezofillum terület, a levélkeresztmetszet, a paliszád- és szivacsos-parenchyma terület következik. A vizsgált mintákban nincs szignifikáns különbség a levél színén kialakult sztómák számában és az 1 illóolajjáratához tartozó mezofillum területben.

A 3. táblázat a 2. adatainak felbontása levelek és tulajdonságok szerint. A táblázat bármely zj tagja azt mutatja, hogy az i-edik levéltől j-edik (pl. az a_1) tulajdonságban

2. táblázat. – Table 2.

A szignifikáns differenciák száma az egyes levélanatómiai sajátságoknál. – Number of S.Ds. relating to the leaf anatomical characteristics.

anatómiai sajátság anat. characteristic	Sz.D. (S.D.)	anatómiai sajátság	Sz.D. (S.D.)
a ₁	6	a ₆	20
a ₂	6	a ₇	0
a ₃	3	a ₈	13
a ₄	9	a ₉	16
a ₅	11	a ₁₀	7
		a ₁₁	0

3. táblázat – Table 3.

A szignifikáns differenciák számszerű megoszlása anatómiai karakterisztikumok (a) és levélsorszám (b) szerint. – Distribution of S.Ds. per anatomical characteristics (a) and serial number of leaves (b).

a b	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉	a ₁₀	a ₁₁	Σ
1.	2	2		4		5		2	5	7		27
2.				1	1	4		1	1			8
3.	2	2		1	2	2		1	4			14
4.				1	2	3		2	1			9
5.					2	2		3				7
6.				1	2	2		1	2			8
7.	1	1	1	1	1	1		1	1			8
8.	1	1	2		1	1		1	1			8
9.								1	1			2
10.												0
Σ	6	6	3	9	11	20	0	13	16	7	0	91

hány felette eredő levél tér el. Az oszlop összegek az eltérő levelek számát ily módon összegezik. A sor összegek az i-edik levéltől való tulajdonság eltérésének szummáját mutatják.

Az a₇-es és az a₁₁-es tulajdonságban bármely i-edik levéltől való eltérések nem érik el akármelyik másik levélben (e két tulajdonságra nézve) a szignifikáns különbség 5 %-os szintjét sem.

(A levélpárok képzése az alábbi módon történt: az 1. levél a 2.-kal, az 1. a 3.-kal, stb. a 2. a 3.-kal, a 2. a 4.-kel stb.) A 4. táblázat bármelyik z_{ij}-edik tagja i-edik sor j-

4. táblázat - Table 4.

A szignifikáns differenciák száma levélpáronként ill. levélemeletenként (tekintet nélkül az anatómiai karakterisztikumok milyenségére) - Number of S.Ds. per leaf-pairs i.e. leaf levels respectively (irregardless of the nature of the anatomical characteristic) - Jelmagyarázat - Symbols: I = sorösszeg, sum of row; II = Sz.D.-ák száma/megfigyelés száma %-ban - number of S.Ds./number of observations in %; III = a sor- és oszlopösszegek szummája - sum of row- and column-sums

b	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	I	II	III
1.											0	27
2.	0									0	0	8
3.	2	0								2	9,1	16
4.	2	0	0							2	6,1	11
5.	4	0	0	0						4	9,1	11
6.	1	0	1	2	1					5	9,1	13
7.	4	1	4	1	0	1				11	16,7	19
8.	3	2	2	2	0	1	3			13	16,9	21
9.	4	1	2	1	3	3	0	1		15	17,1	17
10.	7	4	5	3	3	3	5	7	2	39	39,4	39
Σ	27	8	14	9	7	8	8	8	2	91	113,5	182

edik oszlop levélpár közötti szignifikáns differenciákat adja. A mátrix alatt kiírt oszlopösszegek a kérdéses levél feletti levelekkel kapott szignifikáns különbségek szummájával egyenlő.

A mátrix jobboldalán az I.-es oszlop tagjai a sorösszegek, amelyek a levelenkénti ill. levélemeletenkénti szignifikáns differenciákat mutatják az i-edik levél és a száron az összes alatta levő levelek között, tekintet nélkül az Sz.D.-t okozó anatómiai tulajdonságra. A II-es oszlop az egy megfigyelésre jutó szignifikáns differenciák számát jelenti %-ban kifejezve. (az 1. levélnek ugyanis 0, a 2.-nak 11, a 3.-nak 22... a 10.-nek 99 esélye van, a ebből a megvalósult esetek arányszámát fejezi ki a II.-es oszlop.) A III. oszlop az egy levélre - levélemeletre - jutó összes szignifikáns differenciák számát mutatja a kérdéses levél alatt és felett adódó Sz.D.-k összegezésével. Röviden a III. oszlopban az Sz.D.-ák levelenkénti gyakorisága olvasható le. A táblázaton belül, a félmátrix oszlopainak legfelső tagja pedig a közvetlenül egymás felett elhelyezkedő levelek közötti szignifikáns differenciákat jelenti.

Értékelve a 2., 3. és 4. táblázat adatait, a ZALENSKY által felismert szabályt reprezentáló levélstrukturális sajátságok közül - és csakis ezekre vonatkozóan - az a₉, a₈, a₁ és az a₂-es karakterisztikumokban, a fenti sorrendben, szignifikáns különbségek is adódtak. Az egy anatómiai sajátság - egy levél viszonylatában l. a 3. táblázatot; a legmagasabb értéket az első levél és az egy szállítónyalábhöz tartozó mezofillum levélkeresztmetszet terület adta (a₁₀).

A szignifikáns differenciák levélpáronkénti megoszlását mutató félmátrix adatai szerint az összes alatta levő levéltől a 10. különbözik maximálisan a vizsgált karakterisztikumokban (I. a II-es oszlop legalsó tagját). A levelenként lehetséges esetek közül is legnagyobb %-ban (39,4 %), a 10. levél valósít meg a legtöbbet. Az összesen megvalósult 182 Sz.D. okozói rangsorban a 10., 1., 8., 7., 9. és 3. levél. A középen elhelyezkedők kb. egyenlő mértékben térnek el (11-13) az alattuk ill. felettük eredő levelektől. A félmátrixon belüli oszlopok legfelső értékei szerint az első és a második, a második és harmadik, a harmadik és negyedik levél között nincs lényeges eltérés a vizsgált anatómiai tulajdonságokban. Ezzel ellentétben a 7. és 8. levél három tulajdonságban is különbözik egymástól szignifikánsan.

Összefoglalva az eddigieket megállapítható: az itt vizsgált levélanatómia sajátosságok értékeire vonatkozóan, nem különbözik szignifikáns mértékben valamennyi a száron egymástkövető levél az alatta ill. felette levőktől. (Teljesen egyirányú hatást – vagy lineárisan növekvő tendenciát már az átlagértékek sem mutattak, az összes vizsgált levélkarakterisztikum esetében – v.ö. 1. táblázat.) A 2. táblázat szerint a száron szukcesszive következő levelek – mindegyiket mindegyikkel összehasonlítva – legtöbb esetben az egységnyi mezofillum területre eső olajtermelő epithelsejtek számában térnek el egymástól. Majd az össz-sztómaszám, a szivacsosparenchyma területre jutó sztómaszám a levélfonákán, és a levélkeresztmetszet területegységre eső illóolajjáratok mennyisége következik.

Ismereteim szerint az Sz.D.-k mátrix alakban történt elrendezése és ilyen módon való értékelése az irodalomban eddig nem közölt megoldási forma. Ez az elrendezés jó információt nyújt egyrészt az egyes levelek egymásközötti anatómiai különbségeinek, másrészt, a ZALENSKY szabály érvényesülése mértékének megállapításához.

A 4. táblázat II-es oszlopértékei statisztikailag is igazolható módon bizonyítják a ZALENSKY féle jelenségkomplexum törvényszerűségét. Ugyanakkor a szignifikáns differenciák levelenkénti gyakorisági eloszlása mutatja, hogy a levelek között, a vizsgált sajátosságokban, az eltérések nemcsak a külső körülményektől függenek (nincs egyenletes emelkedés, bár a 10. tér el legtöbb vizsgált esetben a többitől.) Az ánizs leveleknél egyéb, feltehetően a faj architektúráis sajátosságai is jelentkeznek az Sz.D.-k levélelemenkénti gyakorisági eloszlásánál. A 4. táblázat III-as oszlopértékei szerint a 182 Sz.D. oka legtöbb esetben a 10., majd az 1. levél. A középső levelek kb. egyenlő mértékben térnek el mind a felettük, mind pedig az alattuk eredőktől. Végül megállapíthatjuk: az idézett irodalmi adatok és most saját vizsgálataim szerint is bizonyos limiten belül a virágosnövények legkülönbözőbb taxonjain igazolható a ZALENSKY féle törvényszerűség, de éppen ez bizonyítja a nemcsak faji érvényességű jellegét. Valószínű, hogy a virágosnövények egyedeinek levélsajátosságain, a környezeti effektusok szezonális változására statisztikai valószínűséggel azok megegyező típusú reagálását mérhetjük le. Az, hogy nem valószínű a csak egy tényezőre történő azonos típusú válaszreakció, nem von le a törvényszerűség értékéből.

Konvencionális SALISBURY (l. c.) vizsgálatai óta a kvantitativ: anatómiai vizsgálatok a területegységre jutó sztómák számát, vagy a sztóma indexet, mások a paliszád/szivacsosparenchyma arányt, vagy ezeknek a rétegeknek a vastagságát (pl. TURREL 1942) veszik többek között figyelembe, ha természetes, vagy stimulált külső hatások eredményeit kívánják lemérni növényanatómiai karakterisztikumokon. Az említett sajátosságokat két évben vizsgáltam a bevezetőben már említett módszerekkel, annak a kér-

désnek a megválaszolására, vajjon ugyanazon sajátságban mindkét évben adódnak-e szignifikáns differenciák? A kapott eredmények:

5. táblázat - Table 5.

A szignifikáns differenciák száma a *Pimpinella anisum* leveleinek 5 anatómiai sajátságában, az 1972. és az 1973. évben. - Number of S.Ds. in 5 anatomical characteristics of *Pimpinella anisum* leaves, in 1972 and 1973 respectively.

anatómiai sajátság (anatomical characteristic)	szignifikáns differencia (S.D.)	
	1972	1973
sztóma szám a levél fonákán (number of stomata on underside)	11	24
paliszádparenchyma vastagsága (thickness of palisade parenchyma)	11	17
sztóma szám a levél színén (number of stomata on upperside)	7	0
paliszád/szivacsosparenchyma arány (proportion of palisade per spongy parenchymes)	12	0
szivacsosparenchyma vastagsága (thickness of spongy parenchyma)	12	0

A vizsgált öt anatómiai jellemvonás közül mindkét évben adódott szignifikáns különbség a levél fonákán 0,64 mm²-re vonatkozó sztómaszámban és a paliszádparenchyma vastagságában.

A másik három sajátság esetében lényeges különbség csak egyik évben (1972) volt. Megjegyzendő a levél színepidermisz sejtjei között kialakult sztómák számában 1973-ban a szignifikáns különbségek hiánya akkor is megállapítható volt, amikor a sztómaszámot nem egységnyi felület-területre vonatkoztattam, hanem a mikrotómos metszeteken, a paliszádparenchyma felett, egy vonal mentén számoltam sztóma frekvenciát.

A két év egymást megerősítő, ill. három sajátságban ellentétes eredményei feltehetően egy érdekes növény-környezet kapcsolatra világítanak rá.

Valószínűleg a genetikai determináltság és az adaptáció mértéke, kapcsolata fejeződik ki ezekben az eredményekben.

DARLINGTON 1939-ben (v.ö. HESLOP-HARRISON 1966) megállapította "The genetic system plays central role in determining the rate and nature of adaptive response, since it governs the generation storage, release and recombination of genetic variation." HESLOP-HARRISON (l. c.) a növények megtermékenyítésének eseteit tárgyalja, s vizsgálatai szerint, azonos faj is eltérő módon viselkedhet e tekintetben, a környezeti feltételektől - pl. fotoperiódus hosszától - függően. S megállapítja "...some correlation is to be expected between the genetic system on the one hand, as the complex of factors

determining the storage and flow of variation, and ecological habit and variation pattern on the other." CUTTER (1969) kézikönyvében BONNER (1965, v.ö. CUTTER l.c.) és mások kutatásai alapján ezt írja "...whole sequence of genetic switching mechanisms may be set in train by an initial induction or trigger." Az iniciális indukció pedig - az eddig represszív géneknél dominánssá válásukban-, a legtöbb esetben külső stimulusból adódik. Szerinte többek között ebből is következik, hogy a differenciáció nem lehet direkt genetikai kontroll alatt.

A fentiek megfontolása után, az áviz leveleken végzett vizsgálatok szerint, azon sajátosságoknál, amelyeknél csak egyik évben jelentkeznek a differenciák szignifikáns mértékben, a környezeti tényezőknek, azoknál pedig amelyek mindkét évben adtak szignifikáns különbséget, a faj genetikai rendszerének kell nagyobb befolyást tulajdonítanunk. 1973-ban (lásd az anyag és módszer című fejezetben), a sűrűbb ávizvetésben a populáció maga mint környezeti effektus nagyobb hatásfokkal működhetett az individuumok architektúráján belül, pl. a fény intenzitása és minősége modifikációját illetően. Ezért ugyanazon anatómiai karakterisztikum mértéke az egymásfeletti levélemeletekben, ebben az évben is csak akkor jelentkezett szignifikáns különbségekkel, ha ez a sajátosság kevésbé determinált a környezeti, mint direkt vagy indirekt módon a genetikai rendszer által.

Köszönetnyilvánítás. Köszönetem fejezem ki Dr. Hornok László tanszéki csoportvezetőnek, Magyar Lászlóné telepvezetőnek és helyettesének, a soroksári mintaterületen engedélyezett vizsgálatokért és anyaggyűjtésért, B. Szikszay Erszébetnek a laboratóriumi munkák, Dr. Lengyel Tamásnének a számítások technikai elvégzéséért.

SZUJKÓ-LACZA, J.: Do trends or significant differences prevail in the Zalensky law? (Quantitative anatomical studies on the leaves of *Pimpinella anisum* L.)

On a sequence of 10 leaves of *Pimpinella anisum* L., author investigated the nature of the area of transverse section of leaf (a_1), area of spongy parenchyma layer (a_2), area of palisade parenchyma layer (a_3), number of bundles per unit area of leaf transverse section (a_4), number of secretory channel per unit area of leaf transverse section (a_5), number of epithelial cells per unit area of leaf transverse section (a_6), number of stomata per unit area of spongy parenchyma on the underside (a_7), number of stomata per unit area of palisade parenchyma on the upper side (a_8), total number of stomata on unit area of leaf transverse section (a_9), mesophyll area of one transport bundle (a_{10}), mesophyll area of one secretory channel (a_{11}), on the basis of mean value trends obtained by three repetitions and the significant differences calculated by variance analysis.

On the basis of mean values, the functional anatomical role of the mesophyll area which belongs to one transport bundle and one secretory channel in short and long transport within the mesophyll is established. From the association of the secretory channels and transport bundles within the bundle sheath parenchyma, as well as from the absence of secretory channels at the vein endings (Table 6, Figs 1., 2), the author infers that the epithelial cells obtain the basic volatile oil substances mainly from the phloem

of the larger transport bundles, by means of the short transport within the bundle sheath parenchyma. The role of the secretory channels may consist of energy accumulation along the transport bundles.

On the basis of examination of the mean values of eleven anatomical characteristics per leaf, a_4 , a_5 , a_6 , and the stoma frequency counted along the line of transverse section on the underside (a_7) evolve according to Zalen'sky's law. In the leaf transverse section area, the spongy and palisade parenchyma areas this trend fails to prevail completely, manifestly owing to the not wholly unidirectional effect of the environmental factors. The formation of the mean values of characteristic a_9 is modified by the divergence of 90° of each subsequent leaf on the stem. The area of a_{11} decreases upwards along the stem.

The results of variance analyses. - The number of S.Ds. for the anatomical characteristics are summarized in Table 2. The leaves appearing successively along the stem differ - when each one is compared to all other ones - in most cases in the number of epithelial cells per mesophyll area. Thereafter the diminishing sequence is as follows: a_9 , a_8 , a_5 , a_{10} , a_2 , a_3 .

The S.Ds. between the anatomical characteristics and the leaves could most concisely be arranged in a matrix (Table 3); the distribution of S.Ds. per leaf-pairs (leaf levels) is represented by the half matrix in Table 4.

(According to the sums of the last column in Table 3, leaves 1 and 3 are those from which the ones appearing from the insertion points above them differ most). The values of columns I and II in Table 4 prove also statistically the validity of ZALENSKY's complex of phenomena. Concurrently, the frequency distribution of S.Ds. per leaf reveals that in the case of Pimpinella anisum the formation of the values of the investigated characteristics depends not only on environmental conditions, but presumably also on the architectural features of the species. According to the values of column III in Table 4, the cause of S.D. 182 is mostly attributable to leaf 10 and then to leaf 1. The leaves situated along the middle part of the stem differ at about the same rate from both those above and below them.

Accordingly, ZALENSKY's law holds for the leaf anatomical characteristics of Pimpinella anisum, for the trend of their mean values, and also for the distribution frequency of the S.Ds. In a more generalized construction: In all probability the leaf characteristics of individuals of flowering plants allow to calculate by a statistical probability their reactions of corresponding types to the seasonal changes of environmental effects.

Conventionally, the quantitative anatomical investigations refer to the stoma number per surface area, to the proportion of palisade per spongy parenchymes, to the establishment of the thickness of the two assimilating layers. In 1972 and 1973, the author studied the presence and absence, respectively, of the S.Ds. concerning the above characteristics on leaves appearing from the sequence of insertion points on the stem of Pimpinella anisum L. (cf. Table 5).

Stoma numbers on the underside of the leaves and the thickness of the palisade parenchyme gave significant differences in both years, whereas stoma numbers on the upper-side, the rate of palisade per spongy parenchymes, and the thickness of the spongy pa-

renchyme only in one year. Results imply that changes in stoma numbers on the under-side of the leaves and in the thickness of the palisade parenchyme per leaf level are affected more by genetical, while those concerning the other three anatomical characteristics rather by ecological, factors.

IRODALOM - REFERENCES

- ASHBY, E. (1948): Studies in the morphogenesis of leaves. II The area, cell size and cell number of leaves of *Ipomoea* in relation to their position on the shoot. - New Phytol., 47:177-195.
- CUTTER, E.G. (1969): Plant anatomy. Experiment and interpretation. - Part 1. London, pp. 168.
- ESAU, K. (1969): Pflanzenanatomie. - Jena, pp. 594
- FARKAS, G. L. - RAJHÁTHY T. (1955): Untersuchungen über die xeromorphischen Gradienteneiniger Kulturpflanzen. - Planta, 45:535-548.
- FEKETE, G. - SZUJKÓ-LACZA, J. (1973): Leaf anatomical and photosynthetic reactions of *Quercus pubescens* Willd. to environmental factors in various ecosystems I. Leaf anatomical reactions. - Acta. Bot. Acad. Sci. Hung., 18:59-89.
- FERNANDEZ, O. A. - MIJICA, B. (1973): Effects of some environmental factors on the differentiation of stomata in *Spirodela intermedia* W. Koch. - Bot. Gaz., 134:117-121.
- FRETZ, T. A. - DUNHAM, G. W. (1972): Influence of 3 levels of light intensity on leaf structure, area and color difference in American Holly, *Ilex opaca* Ait. cv. Miss Helen. - Phyton, 30:135-139.
- FREY - WYSSLING, A. (1935): Die Stoffausscheidung der höheren Pflanzen. - Monogr. Gesamtgeb. Physiol. Pflanzen und Tieren. 32. Berlin.
- GINDEL, I. (1968): Dynamic modification growing in subtropical conditions. - Physiol. Plant., 21:1287-1295.
- GUNNING, B. E. S. - PATE, J. S. (1969): "Transfer cells." Plant cells with wall ingrowths, specialized in relation to short distance transport of solutes - their occurrence, structure, and development. - Protoplasma, 68:107-133.
- HESLOP-HARRISON, J. (1966): Reflections on the role of environmentally-governed reproductive versatility in the adaptation of plant populations. - Transactions Bot. Soc. Edinburg. Session, 129:158-168.
- KNECHT, G. N. - O'LEARY, J. W. (1972): The effect of light intensity on stomata number and density of *Phaseolus vulgaris* L. leaves. - Bot. Gaz., 133:132-134.
- MOONEY, H. A. - KUMMEROW, J. (1971): The comparative water economy of representative evergreen sclerophyll and drought deciduous shrubs of Chile. - Bot. Gaz., 132:245-252.
- MAXIMOV, N.A. (1931): The physiological significance of the xeromorphic structure of plants. - Journ Ecol., 19:273-282.
- PLYMALE, E. L. - WYLIE, R. B. (1944): The major veins of mesomorphic leaves. - Amer. J. Bot., 31:99-106.
- SALISBURY, E. J. (1927): On the causes and ecological significance of stomatal frequency, with special reference to the woodland flora. - Phil. Trans. Roy. Soc., London, B, 215:1-65.

- SALISBURY, E. J. (1932): The interrelations of soil, climate and organism, and the use of stomatal frequency as an integrating index of the water relations of the plant. - Beihefte z. Bot. Zbl., Ergänzungsband 49:408-420.
- SÁRKÁNY, S. - SZALAI, I. (1968): Növényiszervezetani gyakorlatok (Plant anatomical exercises). - Budapest, 2. kiadás, pp. 708.
- SCHÜRMANN, B. (1959): Über den Einfluss der Hydratur und des Lichtes auf die Ausbildung der Stomata-Initialen. - Flora, 147:471-520.
- SHIELDS, L. M. (1950): Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. - Bot. Rev., 16:399-447.
- SIMON-WOLCSÁNSZKY, E. - MOLNÁROS, I. (1964): Der Aufbau der Maisepidermis, die Veränderung ihrer Spaltöffnungszahl unter der Wirkung der ökologischen Faktoren. - Acta Bot. Acad. Sci. Hung., 10:351-368.
- SIMON-WOLCSÁNSZKY, E. - SZEGEDI, J. (1969): A különböző színű fűliatakarás hatása a borsólevél szöveti tulajdonságaira. - Agrártud. Egy. Közlem. 249-263.
- SINNOT, E. W. (1960): Plant morphogenesis. New York - Toronto - London, pp. 550.
- SVÁB, J. (1967): Biometria módszerek a mezőgazdaság kutatásában (Biometrical methods in agricultural research). - Budapest, pp. 498.
- SZUJKÓ-LACZA, J. (1973): Functional-anatomical investigation on the leaves of *Pimpinella anisum* L. - III. magyar növényanatómiai szimpózium előadásainak kivonata. 104-105.
- SZUJKÓ-LACZA, J. (1973/b): Az illóolajjáratok lokalizációja, az epithelsejtek és illóolajjáratok közötti összefüggés a *Pimpinella anisum*-nál. - Országos Gyógynövénykonferencia előadásainak összefoglalója. p. 5.
- TICHÁ, I. (1964): Einige quantitative anatomische Merkmale von Blättern verschiedener Insertionshöhe bei *Potamogeton perfoliatus* L. und *P. lucens* L. - Biol. Plant. (Praha), 6:108-116.
- TURREL, F. M. (1944): Correlation between internal surface and transpiration rate in mesomorphic and xeromorphic leaves grown under artificial light. - Bot. Gaz. 105: 413-425.
- WEAVER, J. E. - CLEMENTS, F. E. (1929): Plant ecology.
- WYLIE, R. B. (1939): Relations between tissue organization and vein distribution in dicotyledon leaves. - Amer. J. Bot., 26:219-225.
- WYLIE, R. B. (1952): The bundle sheath extension in leaves of dicotyledons. - Amer. J. Bot., 39:645-651.

Érkezett: 1974. I. 2.

SZUJKÓ IMRÉNÉ DR. LACZA JULIA
Természettudományi Múzeum
Növénytár
1146 Budapest.
Vajdahunyadvár