

OTKA F 48815 számú

**“Néhány gyógynövény florális nektáriumának szerkezete és
szekréciós aktivitása, a nektár speciális metabolitjai”
című kutatási téma 2007. évi szakmai zárójelentése**

Készítette:

Dr. Farkas Ágnes

egyetemi adjunktus

PTE ÁOK Farmakognóziai Intézet

Pécs, 2008. február

Az alábbiakban kutatási eredményeink tömör összefoglalója található, mivel eredményeink nagy részét már bemutattuk hazai és nemzetközi konferenciákon, illetve különböző tudományos folyóiratokban közöltük, további publikációink pedig megjelenés alatt állnak. A beszámolóban, mely a kutatási terv szerinti bontásban tartalmazza az eredményeket, részletesebben csak a még nem publikált adatokat ismertetem. Hasonlóképpen, a jelentésben csupán néhány táblázat és grafikon szerepel egyes adatsorok illusztrálására. Nem térek ki az alkalmazott módszerek részleteire sem, mivel ezek is részletesen megtalálhatóak az irodalomjegyzékben felsorolt publikációkban.

1. Alma- és körtefajták (*Malus* és *Pyrus* taxonok) nektárösszetétele

Az alma- és körtefajták nektáriumszerkezetére, valamint a nektárprodukcóra és a szekrétum fő cukorkomponenseire vonatkozó kutatási eredményeinket számos korábbi publikációnk tartalmazza. Az alma- és körtevirágok nektárjának terepen mért szárazanyagtartalma (refrakciós értéke) gyakran nagyobb, mint a laboratóriumi vizsgálatokkal meghatározott 3 fő nektárcukor (szacharóz, glükóz, fruktóz) mennyisége. Ebből arra következtethetünk, hogy a szárazanyagtartalmat növelő pollenen kívül más vegyületek (pl. minor cukorkomponensek, aminosavak, fenolos anyagcseretermékek) is viszonylag nagyobb mennyiségben fordulhatnak elő a florális szekrétumban.

Ezen tapasztalatból, illetve szakirodalmi adatokból (pl. Wykes 1952, Da Costa Leite et al. 2000) kiindulva a leggyakrabban előforduló nektárcukrokon (fruktóz, szacharóz és glükóz) kívül teszteltük számos egyéb **egyszerű cukor** (arabinóz, galaktóz, maltóz, izomaltóz, melibióz, raffinóz, ramnóz, ribóz, szorbóz, xilóz és turanóz) jelenlétét is vékonyréteg kromatográfiával. A fenti vegyületek az alma- és körtefajták virágaiból gyűjtött nektárminták túlnyomó részéből (pl. Freedom, Idared és Sampion alma; Bartlett, Bosc, Clapp, Nyári Kálmán, Serres Olivér, Vilmos körte) hiányoztak. A 2006-ban gyűjtött **alma** nektármintákból (Gala EMLA 26 alanyon, Mutsu M9/111 és EMLA 9 alanyon) viszont a szacharózon, glükózon és fruktózon kívül kisebb mennyiségű izomaltózt, raffinózt és **polifruktánokat** is kimutattunk. A **körtefajták** egy részénél pedig kisebb (Bartlett, Bosc, Clapp) vagy nagyobb (Nyári Kálmán, Serres Olivér, Vilmos) mennyiségben detektálható volt a **szacharóz**, ami a *Pyrus* taxonok nektárjára rendszerint nem, vagy csak igen kis mennyiségben jellemző.

A ***Malus* és *Pyrus* taxonok** esetén a nektár **össz-flavonoid** tartalmának meghatározása spektrofotometriás úton nem volt kivitelezhető, ami arra utal, hogy ha jelen is vannak a flavonoidok a nektárban, igen kis mennyiségben. A továbbiakban megkíséreltük számos fenolos vegyület (főként flavonoidok) HPLC-s kimutatását, azonban nem tudtuk detektálni őket ezzel a módszerrel sem.

2. Repcefajták (*Brassica napus* L. subsp. *napus*) nektárszekréciója és nektárösszetétele

A repcére vonatkozó kutatásaink súlypontját néhány államilag elismert, **jelenleg Magyarországon termesztett repcefajta** nektárprodukcójának, nektárszekréciós dinamikájának vizsgálata és a nektár összetételének meghatározása jelentette.

Nektárprodukción (24h) és a nektárszekréció dinamikája:

Az időjárási viszonyok csupán 2007-ben tették lehetővé, hogy a virágzás kezdetétől a végéig naponta, vagy kétnaponta mintát véve nyomon kövessük a repcevirágok nektártermelését. Az előző években az esős időjárás miatt jóval kevesebb alkalommal tudtuk elvégezni a 24 órás nektárprodukción mérését.

Általánosságban elmondható, hogy a frissen kinyílt fiatal és a pollenszóró virágok a **legjobb nektártermelők**, de időnként a fészlő bimbókban illetve a már öregedő, fonnyadó virágokban is mérhető szekrénum. A 2005-ben vizsgált Catonic fajtánál mind a nektár térfogata, mind töménysége nőtt a fészlő bimbó, fiatal virág és pollenszóró virág sorrendjében. Napos, szeles időben a pollenszóró virágok több mint kétszer annyi nektárt termeltek, mint a frissen kinyíltak; borús, szélcsendes időben pedig akár négyszer annyit. Hasonló tendenciát figyeltünk meg a Baldur és Colombo hibrideknél is, ami jól érzékelteti az **időjárási tényezők** jelentős hatását a virágok nektártermelésére. A Catonic és a Baldur fészlő bimbóiban termelt nektár refrakciója szignifikánsan alacsonyabb volt, mint fiatal és pollenszóró virágaikban. A Baldur és Colombo hibrideknél a fiatal és a pollenszóró virágok nektárjának cukortartalma ugyancsak szignifikáns különbségeket mutatott, az utóbbi csoport javára.

A Valesca fajtánál 2007-ben megfigyeltük, hogy a sárga szzirombimbóban és a fészlő bimbóban is gyakran volt több-kevesebb nektár (0,1-2 μ l, 20-30%), a virágzás elejétől egészen a végéig. A fiatal virágokban a legnagyobb nektárprodukción (2-4 μ l, 15-35%) zömvirágzás idején mértük. A pollenszóró virágokban a virágzás elején alig találtunk nektárt, a zömvirágzás idején ezekben is jóval több (0,2-4,4 μ l) és rendszerint meglehetősen tömény (30-40%) volt a szekrénum, refrakciója gyakran meghaladta a 40%-ot is. A virágzás végén ismét lecsökkent a virágok nektárprodukciónja és általában cukorszázaléka is. Tehát **méhészeti szempontból értékesebb** a repcevirágzás első fele, a virágzás előrehaladtával viszont csökken a nektárprodukción és ezzel összefüggésben a virágokat látogató méhek száma is. Az öreg, fonnyadó virágokban csak ritkán tudunk nektárt mérni, 1-1 virágban viszont akár 3 μ l is lehetett, 20-35% közötti töménységgel.

A Valesca fajtánál 2007-ben, a virágzás végén megfigyeltük a **nektár szekréciónjának napi dinamikáját** is, 30 db különböző korú, számmal jelölt virágon, 2 óránként (8:00-16:00) mintát véve. A vizsgálat kezdetekor fészlő bimbó állapotú virágban nem találtunk nektárt, kinyílása után viszont a virágzás végéhez képest nagy mennyiségű, 1 μ l nektár volt benne. A reggelre már kinyílt, de még zárt portokú virágokban nem mindig volt nektár, a nap folyamán a legtöbb szekrénum általában 12 és 16 órakor képződött. A pollenkiszórás kezdeti stádiumában lévő virágokban reggel rendszerint nem volt nektár, majd az intenzívebb portokfelnyílás idején a nektárszekréción is elkezdődött: 12, 14 és 16 órakor volt jelentősebb mennyiségű szekrénum a virágokban. A már reggel felnyílt portokú virágoknak csak negyede, harmada termelt kevés nektárt, és többségük már késő délelőtre vagy a déli órákra előregedett, amikor már egyáltalán nem volt bennük szekrénum.

Az általunk vizsgált fajták mindegyikénél – a legnagyobb nektárhozamú (és a mintákban legnagyobb számban jelenlévő) pollenszóró virágokat figyelembe véve – nagyobb volt a **cukorérték** (1. táblázat), mint a korábban termesztésben lévő repcefajtáknál (Nikovitz és Szalainé Mátray 1983). A kedvező olajipari tulajdonságokkal rendelkező Catonic repce cukorértéke kiemelkedő volt, tehát ez a fajta méhészeti szempontból is figyelemreméltó.

1. táblázat: Repcefajták és -hibridek nektárjának jellemzői a pollenszóró virágokban

| Vizsgálat éve | Fajta / Hibrid | Nektártérfogat (μl/virág/24h) | Refrakció (%) | Cukorérték |
|---------------|----------------|-------------------------------|---------------|------------|
| 2005 | Baldur | 1,45 | 20,41 | 0,29 |
| 2005 | Catonic | 3,16 | 26,03 | 0,82 |
| 2005 | Colombo | 1,64 | 23,02 | 0,38 |
| 2006 | Explus | 0,87 | 35,56 | 0,31 |
| 2006 | Triangle | 1,11 | 25,64 | 0,28 |
| 2007 | Valesca | 0,99 | 26,51 | 0,26 |

Repcefajták nektárjának cukorösszetétele:

Az összes vizsgált repcefajtánál meghatároztuk a nektár pontos **cukorösszetételét és glükóz-fruktóz hányadosát**, ami támpontot nyújthat a nemesítés során olyan repcefajták szelektálásához, melyek kedvezőbbek a méz kristályosodása szempontjából (a nektár glükóztartalma kisebb). A repce nektárja a fő nektárcukrok közül csak a hexózokat tartalmazza, sok benne a glükóz és kevés a fruktóz, ezért a méz gyorsan kikristályosodik. A méz különösen gyors kristályosodásra hajlamos azoknál a fajtáknál, melyek nektárjában a glükóz:fruktóz aránya nagyobb, mint 0,95 (Kevan et al. 1991). Az általunk vizsgált repcéknél a nektár glükóz- és fruktóztartalmát, valamint ezek arányát a 2. táblázat szemlélteti. A glükóz/fruktóz hányados alapján a **kristályosodásra legkevésbé hajlamos** az Explus, míg a leggyorsabban kristályosodó a Baldur hibrid méze. Kiszámoltuk a nektár **összcukor-tartalmát** is, mivel a magasabb összecsukor-tartalmú nektárt termelő virágok vonzóbbak a méhek számára (Pernal és Currie 1998), ami fontos tényező mind megporzásbiológiai, mind méhészeti szempontból.

2. táblázat: Repcefajták és -hibridek nektárjának cukortartalma, a glükóz és a fruktóz aránya

| Fajta / Hibrid | Glükóz/Fruktóz | Glükóz (mg/ml) | Fruktóz (mg/ml) | Nektár össz-cukortartalom (mg/ml) |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|
| Explus | 0,63 | 140,68 | 221,66 | 362,34 |
| Triangle | 0,90 | 149,71 | 167,27 | 316,98 |
| Colombo | 0,97 | 77,79 | 80,26 | 158,05 |
| Catonic | 1,04 | 67,38 | 64,56 | 131,94 |
| Valesca | 1,15 | 73,00 | 64,17 | 137,17 |
| Baldur | 1,55 | 215,89 | 139,56 | 355,45 |

Glükozinolátok a repce nektárjában:

A káposztafélék családjára általánosan jellemző a glükozinolátok előfordulása, melyek toxicitásuk révén szerepet játszhatnak bizonyos rovarok, gombák és vírusok távoltartásában, illetve fokozhatják a növények ellenálló képességét bizonyos betegségekkel szemben. Mivel a keresztesvirágúakhoz tartozó fajok különböző növényi részeiből számos glükozinolátot mutattak ki (pl. Ménard et al. 1999), kutatásaink elején feltételeztük, hogy ezek a vegyületek a repcevirágokban és a nektárban is jelen lehetnek.

A kedvezőtlen időjárási körülmények miatt nem tudtunk elegendő mennyiségű nektárt gyűjteni a glükozinolátok tevezett spektrofotometriás meghatározásához.

Ugyanakkor, irodalmi utalások nyomán a Herpai Mézvizsgáló Laboratóriumban (Budapest) dolgozó kollégák segítségével megpróbáltunk **LC-MS módszerrel** glükozinolátokat kimutatni repcenektárból illetve -mézből. Ezzel a módszerrel korábban különböző káposztafélék csírájában, magjában és egyéb növényi részekben mérték a glükozinolátokat (Tolra et al. 2000, Mellon et al. 2002, Tian et al. 2005, Mohn et al. 2007). Rákerestünk a potenciális vegyületek tömegspektrumaira, specifikus fragmentációs átmeneteikre a nektárban és a mézben, de a következő glükozinolátok egyikét sem találtuk: epiprogoitrin, progoitrin, szinigrin, glükonapin, szulfoglükobrasszicin, 4-hidroxi-glükobrasszicin, glükotropaeolin, glükobrasszicin, neoglükobrassicin. (Az eredmények standardek hiányában csak tájékoztató jellegűek.)

A fenti tapasztalatok valószínűleg azzal magyarázhatóak, hogy a glükozinolátok káros hatásainak mérséklése érdekében bizonyos káposztafélék, így a repcék esetében is a nemesítés kifejezetten alacsony glükozinolát-tartalmú fajták előállítására irányult. Az általunk vizsgált repcefajták és -hibridek közül több (Baldur, Catonic, Valesca) ebbe a csoportba tartozik az OMMI adatai szerint (Czirák 2005).

A vizsgált repcefajták nektárprodukciónak és nektárösszetételét ismertető közlemény megjelenése az *Acta Horticulturae* c. kiadványban 2008 elején várható (Farkas 2008, in press). Eredményeinket korábban nemzetközi konferencián mutattuk be poszter formájában (Farkas 2006), illetve publikáltuk a *Journal of Plant Science and Biotechnology* c. folyóirat részére írt review cikkünkben (Farkas és Zajác 2007), valamint a *Méhészet* c. szaklapban (Reining és Farkas 2008, in press).

3. *Brugmansia* és *Datura* fajok nektáriuma, nektárszekréciónak és a nektárösszetétele

A *Brugmansia* és *Datura* nemzetségek nektármirigyére, nektárprodukciónak és nektárösszetételére irányuló összehasonlító vizsgálatainkat eredetileg a fás szárú *Datura* s.l. taxonba tartozó cserjés maszlag (*Brugmansia arborea* [syn. *Datura arborea*]) és a lágyszárú csattanó maszlag (*D. stramonium*) virágain terveztük elvégezni. A könnyebb mintavételi lehetőség miatt azonban a *B. arborea* helyett az egyetem botanikus kertjében is hozzáférhető, közelrokon angyaltrombitát (*B. suaveolens*) választottuk a vizsgálatokhoz. Ugyanakkor, 2007-ben egy szakdolgozó bekapcsolódásával a vizsgálatba vont lágyszárú *Datura* fajok körét is jelentősen bővítettük, magcsere kapcsolat révén beszereztük a *D. aurea*, *D. ceratocaula*, *D. ferox*, *D. festuosa*, *D. innoxia*, *D. metel*, *D. quercifolia*, *D. rosei*, *D. sanguinea* és *D. tatula* fajok magjait, és botanikus kertünkben virágzó példányokat neveltünk belőlük.

A nektárium struktúrája:

A *Brugmansia suaveolens* (syn. *D. suaveolens*) fajt korábban a *Datura* nemzetségbe sorolták. A két genus elkülönítésének indokoltságát alátámasztják a **nektárium** szerkezetére vonatkozó **összehasonlító szövettani** vizsgálataink eredményei is. A florális nektárium mindkét vizsgált fajnál automorf, a magház alapi részét gyűrű alakban öleli körül, és a pártacsó alsó részének erőteljes szükülete miatt gyakran egészen a magházhoz simul, szomszédos sejtsoraik, különösen a *Brugmansia*-nál akár érinthetik is egymást. Bár a nektárium vastagsága mindkét fajnál átlagosan 450 µm körüli, a *B. suaveolens* mirigye jóval nagyobb, hosszúkás, keskeny, míg a *D. stramonium*-é rövidebb, szélesebb, félkör vagy trapéz alakú. A mirigy alapi része mindkét fajnál erőteljes dudorral különül el a környező virágrészekről.

A *D. stramonium* esetében a **kiválasztó funkcióval** rendelkező képletek közül megtalálhatóak mind a **nektáriumsztómák**, melyek a mirigy alapi részén dominálnak, mind a többsejtű **mirigyszőrök**, melyek a nektárium felső felét, harmadát borítják. A sztómák túlnyomórészt mezomorfa, tehát zárósejtjeik az epidermiszsejtekkel egy szintben helyezkednek el, vagy kissé föléjük emelkednek, tehát enyhén higromorfa. A *B. suaveolens*-nél a mezomorfa sztómák mellett erőteljesen higromorfa, akár több sejt sor magas kiemelkedésen helyett foglaló sztómák is megfigyelhetők. Az utóbbi fajnál azonban a glanduláris trichómák teljességgel hiányoznak.

A csattanó maszlag nektármirigy sejtjei között jóval nagyobb méretű sejtek, **ididoblasztok** is láthatóak, melyek **kristályhomokot** tartalmaznak. A kristályhomok jelenléte az angyaltrombita nektáriumában nem figyelhető meg, bár a környező szövetekben időnként igen. A mirigy tápanyagellátását szolgáló **szállítóelemek** közvetlenül a nektárium alatt húzódnak a *B. suaveolens* esetében, a *D. stramonium*-nál viszont be is nyúlhatnak a mirigy szöveteibe.

Két maszlag faj (*D. stramonium*, *D. innoxia*) nektármirigyét összehasonlító eredményeinket részletesen ismertettük egy poszteren, illetve a teljes terjedelemben közölt közlemény a XII. Magyar Növényanatómiai Szimpózium Sárkány Sándor emlékére c. kiadványban jelent meg (Farkas et al. 2006).

Nektárprodukción és a nektárszekréció dinamikája:

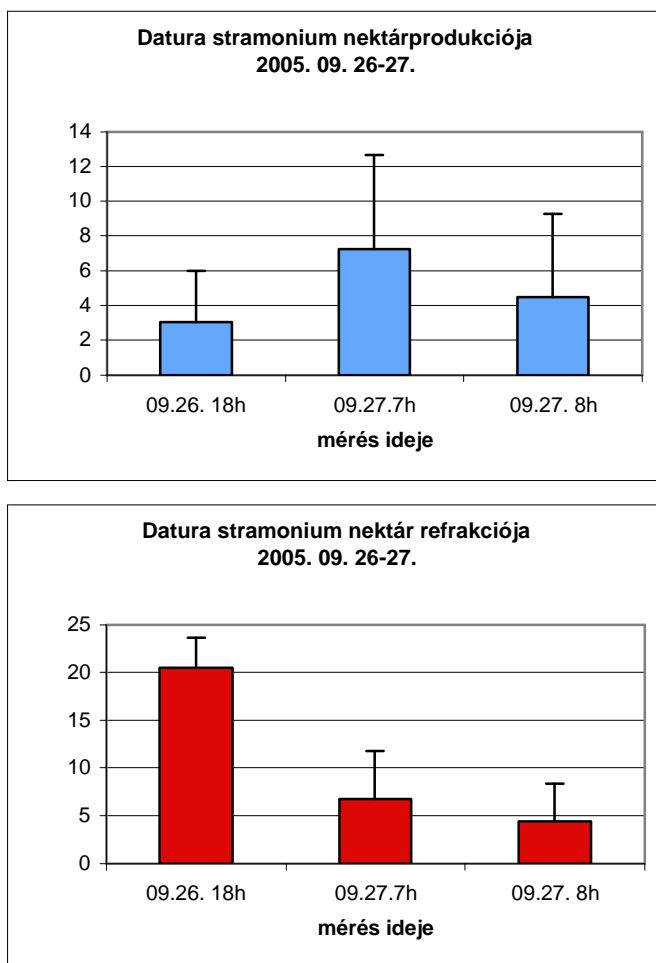
Az angyaltrombita és a csattanó maszlag **nektárprodukciónját** összevetve megállapítottuk, hogy a *Brugmansia* virágai jóval több nektárt termelnek (ez természetesen összefügg a virágok és így a nektáriumok jóval nagyobb méretével is). A nektárszekréción mindkét fajnál megkezdődhet már a portokok felnyílása előtt, de a legnagyobb produkciont a pollenszóró és az öreg virágok adják.

Két év 24 h nektárprodukcións adatai alapján a *D. stramonium* virágaiban egy nap alatt átlagosan 5,94 μ l nektár képződik, 19,45 % cukortartalommal. Már a bimbóban is lehet nektár, nagyobb mennyiségű (10-20 μ l) szekréturn azonban a fiatal és pollenszóró virágokban található. A nektár kiválasztása az öreg virágokban is folytatódik. Napos, száraz időben a nektár refrakcionja 20% körüli volt, borús, párás időben a szekréturn mennyisége és refrakcionja is jóval kisebb volt. Ez arra utal, hogy a *D. stramonium* nektártermeléséhez a napos, száraz idő biztosítja a kedvezőbb feltételeket (különben a nektár térfogatának csökkenése a refrakcion növekedésével járna együtt). A jelenség jól megfeleltethető a *Datura* nemzetségre jellemző nyári virágzási időszaknak, míg a tavasszal, normál körülmények között hűvösebb, csapadékosabb időben virágzó növények esetében gyakran megfigyelhető, hogy a túl meleg és száraz időjárás épp ellenkezőleg hat a nektárszekréciónra: mértéke csökken, vagy le is állhat.

2006 nyarán és őszén közel 100 pollenszóró **angyaltrombita** virág nektártermelését mérve azt tapasztaltuk, hogy a virágonként termelt szekréturn térfogata roppant széles skálán mozog: a nektárprodukción lehet néhány (1-7 μ l) de akár jóval több mint 100 μ l is (átlag: 45,22; szórás: 35,74). A portokfelnyílás idején a virágok szárazanyag-tartalma 7-24 % közötti volt (átlag: 18,22, szórás: 4,51). Összehasonlítva a pollenszóró virágokkal, az öreg (fonnyadó pártájú, barnuló bibéjű) virágokban rendszeresen nagyobb mennyiségű (70-170 μ l) nektárt találtunk, melynek refrakcionja is nagyobb volt, elérte vagy kissé meghaladta a 20 %-ot. Ez arra utalhat, hogy a virág egész élete során szekretál nektárt, ami folyamatosan gyűlik a pártacsó alján, és a virág öregedésének idejére már kicsit töményebbé is válik, mint az intenzív

pollenkiszórás idején. Galetto és Bernardello (1993) hasonló tapasztalatokról számolt be több Solanaceae faj esetében.

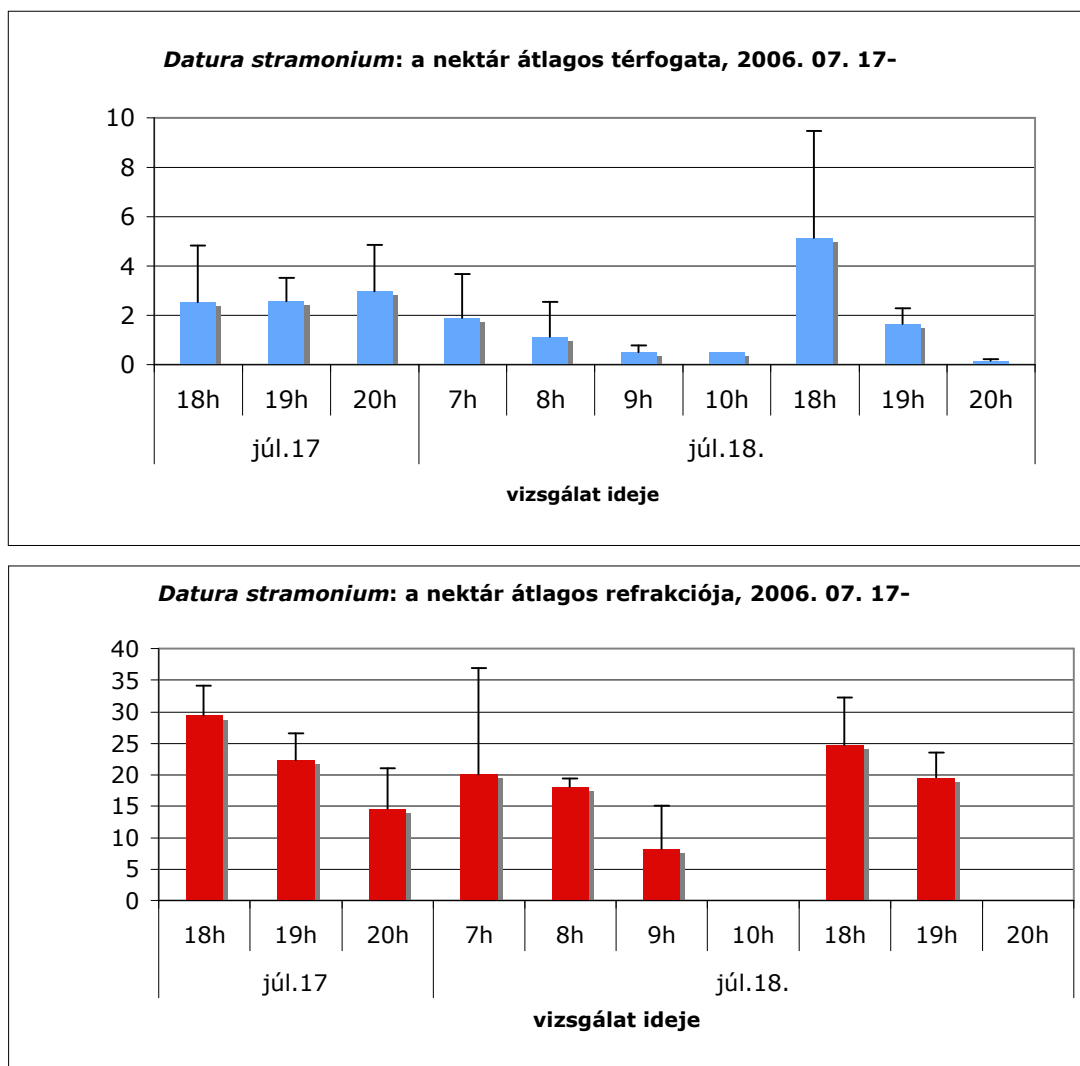
A nektártermelés kezdetének és időtartamának pontos megállapítása végett 2005-ben és 2006-ban **ugyanazokat a *D. stramonium* virágokat több napon keresztül is vizsgáltuk** a bimbó állapottól a virág lehullásáig. 2005-ben azt tapasztaltuk, hogy az esti méréskor kevés (átlagosan 3 μ l), de viszonylag nagy refrakciójú (20% körüli) nektár volt a virágokban. Másnap reggel a virágok felében nem volt nektár, a többiben viszont sok volt a szekrétaum, egyes virágokban akár 14 μ l, a refrakció viszont csak 10% körüli vagy alatti volt. A szekréció egyes virágokban a következő órában is folytatódott (1. ábra).



1. ábra: A *Datura stramonium* nektárprodukcója esti és reggeli mérések alapján 2005-ben

2006-ban hasonló vizsgálatsorozatunk azt mutatta, hogy a virágok összességét tekintve az első napon 18-20 h között nőtt a képződött nektár mennyisége (átlagértékek: 18h: 2,53; 20h: 2,93 μ l), és ennél nagyobb mértékben, mintegy felére csökkent az átlagos refrakció (18h: 29,4; 20h: 14,6). A másnapi első méréskor, 7 h-kor ismét viszonylag sok (1,5-2 μ l) nektár volt a virágokban, 20% refrakcióval, ami jelzi, hogy éjszaka is folytatódott a szekréció. 9 és 10 h-kor a virágonkénti újabb nektárszekréció átlagosan csupán 0,5 μ l volt. A csökkenő tendencia miatt a déli és délutáni órákban szüneteltettük a méréseket, majd 18 h-kor újakezdtük. A nap során a legtöbb és legtöményebb nektár (átlagosan > 5 μ l és 25 %) ebben az időpontban volt

a virágokban, ezt követően viszont mind a szekrénum térfogata, mind refrakciója csökkent. 20 h-kor a 20 virágból már csak kettőben volt csekély mennyiségű (0,1-0,2 µl) nektár, ami a virágok előregedésével áll összefüggésben, hiszen ekkorra a vizsgálatok kezdetén bimbós, fiatal vagy pollenszóró virágok többségében mind a bibe, mind a nektárium barnulni kezdett. Ennek megfelelően a másnap reggeli és délelőtti mérések során már egyikben sem találtunk nektárt (2. ábra).

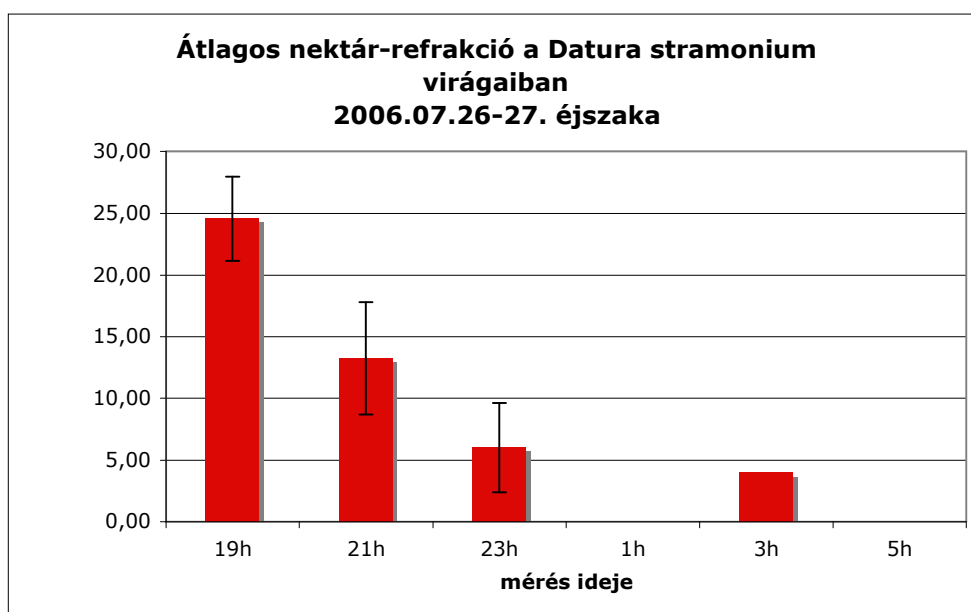
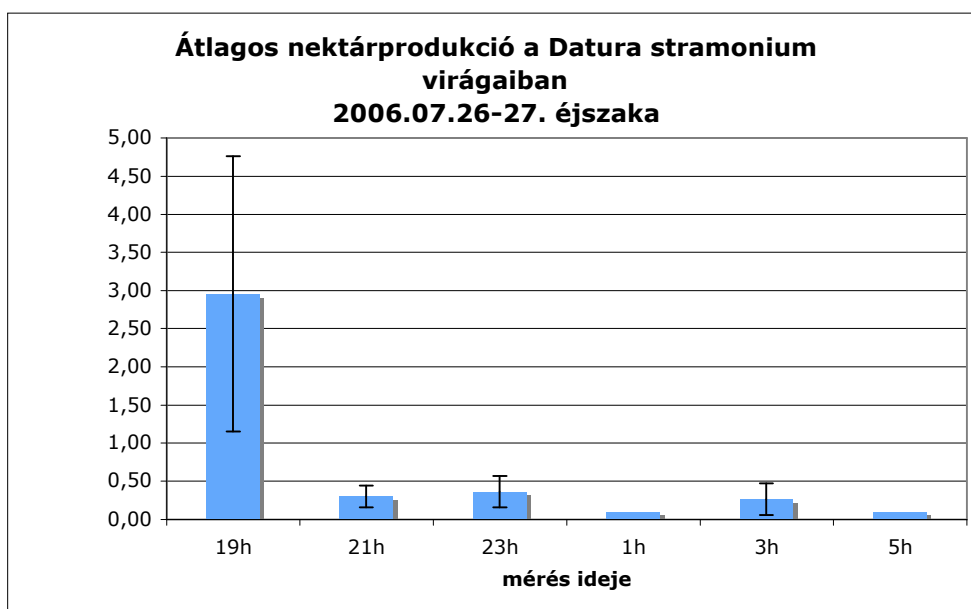


2. ábra: A *Datura stramonium* nektárprodukcója esti és reggeli mérések alapján 2006-ban

Az egyes virágok szekréciós tevékenységét elemezve megfigyeltük, hogy a legintenzívebb nektárszekréció a virágok első kinyílását megelőzően folyik, amit a virág színének sárgáról (bimbó) fehérre (fiatal, pollenszóró) változása is jelez. Az első este 2-5 cm-es halványsárga bimbók a második nap estéjére átlagosan 2 cm-t növekedtek, fehérek lettek és a késő esti órákban kinyíltak, az esetleges megporzók számára ilyenkor kínálva a legtöbb nektárt. Ez előnyös a virág számára, hiszen a kinyíló virágban frissen felnyílt portokok kínálják a pollent is, így megnő a sikeres beporzás esélye.

Összhangban más *Datura* és egyéb *Solanaceae* fajokra vonatkozó szakirodalmakkal (pl. Voss et al. 1980, Grant és Grant 1983), saját méréseink is arra utaltak, hogy a virágokban feltehetően éjjel illetve hajnalban is folyik nektárszekréció,

ezért 2006-ban **éjszakai mérés** sorozatot (19h – másnap 5h) is végeztünk. Azt tapasztaltuk, hogy a virágok az esti nektárprodukciónak csúcsot követően is választanak ki kis mennyiségű nektárt. 19 h-kor egy kivétellel az összes virágban volt nagy mennyiségű és tömény nektár (1,3-6,6 μ l; 19-30%). Megjegyzendő azonban, hogy az este folyamán ez volt az első mérési időpont, tehát ekkor a virágok a nap folyamán (vagy akár az előző nap során) képződött szekrétaum összességét tartalmazták. 21 h-kor a virágok felében találtunk ismét nektárt, azonban mind a térfogat, mind a refrakció kisebb volt (0,2-0,5 μ l; 10-20%). 23 és 3 h-kor csak a virágok harmadában képződött kevés (0,1-0,6 μ l) nektár, még alacsonyabb refrakcióval (ált. 3-4, max. 10%). A nektártermelés 1 és 5 h-kor nem volt jellemző, csupán 1-1 virágban volt jelentéktelen mennyiségű (0,1 μ l) szekrétaum (3. ábra). Tapasztalataink ellentétesek Grant és Grant (1983) méréseivel, miszerint a *D. meteloides* szürkületkor nyíló virágaiban először kevés a nektár, majd 1-2 h múlva nagyobb mennyiségben keletkezik.



3. ábra: A *Datura stramonium* éjszakai nektárprodukciónja 2006-ban

A 2007-ben vizsgálatba vont *Datura* fajok közül a **nektárprodukción** vizsgálatok kiértékeléséhez azt a három fajt választottuk, amelyik a nyár és őszi folyamán a legtöbb virágot hozta és ennek megfelelően a legtöbb nektármérést tudtuk elvégezni. (Az alábbiakban a virágok méret szerinti csoportosítása megegyezik Grant és Grant (1983) kategorizálásával.) A két közel azonos méretű, nagy (14-19 cm hosszú) virágokkal rendelkező faj közül a *D. metel* volt a jobb nektártermelő, a virágok átlagosan 62,02 µl nektárt tartalmaztak 21,70% refrakcióval. A *D. innoxia* virágaiban átlagosan kevesebb (42,56 µl) és kisebb töménységű (17,72%) szekrétum volt. Az utóbbi faj nektárprodukcója tehát a hasonlóan nagy virágú *B. suaveolens*-éhez áll közel, mind a szekrétum térfogata, mind refrakciója tekintetében. A *D. quercifolia* kis/közepes méretű (3,5-7 cm hosszú) virágaiban csupán 5,63 µl nektár volt, és a szárazanyag-tartalom is ezekben volt a legkisebb: 11,85%. A több éven át vizsgált *D. stramonium* viszonylag nagy méretű (6-10 cm hosszú) virágaiban is hasonló mennyiségű (5,94 µl), de töményebb (19,45 %) nektár képződik. Az Észak-Amerikában Raguso et al. (2003) által tanulmányozott *D. wrightii* (pártahossz: 17-20 cm) virágai átlagosan 65,1 µl nektárt termeltek 25,2 % koncentrációval, míg a kisebb virágú (pártahossz: 14-16 cm) *D. discolor* virágaiban 30,5 µl nektárt mértek 20,2 % cukortartalommal.

Az irodalomban leírtakat és saját tapasztalatainkat összegezve úgy tűnik, hogy a *Datura* s.l. taxonban a florális **nektár mennyisége** inkább a virág méretével hozható összefüggésbe, és kevésbé tekinthető egy-egy fajra jellemzőnek. Bár a nektár mennyisége igen változó lehet a különböző *Brugmansia* és *Datura* fajokban, a szekrétum **refrakciója** az összes vizsgált fajnál viszonylag kis tartományon belül maradt, átlagosan 20% körüli vagy az alatti volt. A nektár még napos, száraz időben sem töményedett be annyira, hogy szárazanyag-tartalma elérje a 30%-ot. Ez magyarázható a virágok hosszú, csöves felépítésével is, a szekrétum ugyanis védetten található a pártacsó mélyén, az időjárási hatásoknak kevésbé kitéve, mint a nyitottabb szerkezetű virágoknál.

Bár a *Datura* fajok öntermékenyülők (Avery et al. 1959), virágaikat mind nektárt fogyasztó szenderek (*Hyles* és *Manduca* spp.), mind pollent gyűjtő méhek látogatják (Grant és Grant 1983, Raguso et al. 2003), így szerepet játszhatnak a **megporzásban** is. Az általunk tanulmányozott *Datura* fajok virágait is szívesen keresték fel a **méhek**, főleg alkonyatkor, a virágok kinyílása idején. Gyakran megfigyeltük, hogy egyetlen virágban akár 2-3 méh is gyűjtötte a pollent, a nektárt viszont nem érték el.

A nektár cukorösszetétele:

Mindkét fajból kimutatható volt mindhárom fő nektárcukor-komponens, legnagyobb mennyiségben rendszerint a szacharóz detektálható. A *Brugmansia* nektárok összecukortartalma nagyobb volt, mint a *Datura* mintáké. A vizsgált fajok cukorösszetétele mind a nektárcukrok aránya, mind mennyisége szerint roppant ingadozó lehet. A *D. stramonium* eltérő időpontokban és különböző korú virágokból gyűjtött nektárja – Baker és Baker (1983a) szacharóz/hexóz (S/(G+F)) arány alapján felállított kategóriáinak megfelelően – hexóz-dominánstól a szacharóz dominánsig változó összetételű volt, míg a *B. suaveolens* minták a hexóz-gazdag – szacharóz-gazdag csoportba tartoztak, tehát némileg egységesebbek voltak. A csattanó maszlag ugyanazon a napon, nyáron gyűjtött nektármintáinál megfigyeltük, hogy a fiatal virágok S/(G+F) hányadosa $\leq 0,1$ volt (hexóz-domináns nektár), míg a pollenszóróké átlagosan 0,75 (szacharóz-gazdag). A szintén pollenszóró virágokból

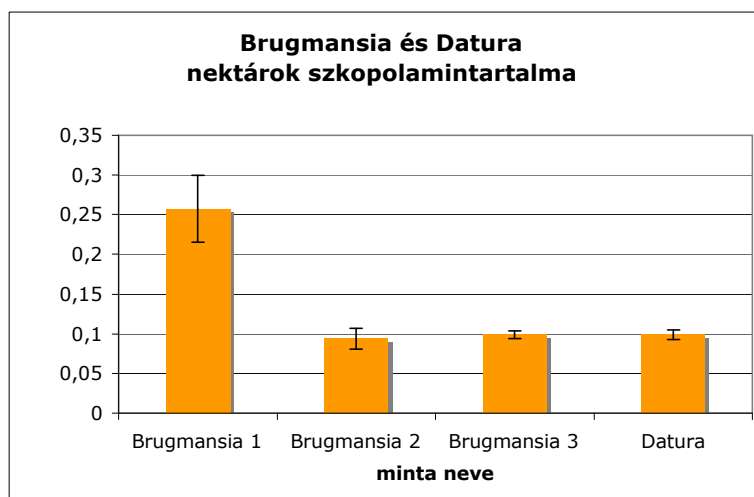
származó, de ősszel gyűjtött nektárban ismét nagyon kevés volt a szacharóz ($S/(G+F)=0,06$).

A 2007-ben vizsgált *Datura* fajok közül – nagyszámú, júniustól októberig, különböző korú virágokból gyűjtött minta alapján – a *D. inoxia* és a *D. metel*, valamint – egy minta alapján – a *D. quercifolia* virágaiban szacharóz-gazdag volt a nektár ($S/(G+F)$: 0,64; 0,68; 0,72). A *D. ceratocaula* szekrétuma szacharóz-domináns volt ($S/(G+F)$: 1,72) – ugyancsak egy minta alapján – hasonlóan az Észak-Amerikában vizsgált *Datura* fajokhoz (*D. discolor* és *D. wrightii*), melyek virágaiban egyöntetűen erőteljesen szacharóz-domináns volt a nektár (Raguso et al. 2003). Az irodalmi adatok és saját méréseink szerinti szacharóz túlsúly a *Datura* fajok nektárjában megfelel annak az általános tapasztalatnak, miszerint a szenderek által látogatott (és megporzott) virágok nektárja szacharóz-gazdag vagy szacharóz-domináns (Baker és Baker 1983a).

Alkaloidok kimutatása a nektárból:

Miklós-Tóth et al. (2001) vékonyréteg-kromatográfiás hatóanyag-vizsgálatai szerint a Baranya és Somogy megye több élőhelyéről származó cserjés maszlag (*B. arborea*) mintákban az **atropin és szkopolamin tartalom** nagyon változó volt. A szkopolamin mennyisége jóval több volt, mint az atropiné, mind a levélben, mind a virágban. A virág szkopolamin-tartalma különösen magas volt (0,85 mg/g). Nem tisztázták azonban, hogy a virágban termelődő nektár is tartalmazza-e a *Brugmansia* és *Datura* genuszok fő hatóanyagaiként leírt alkaloidokat, holott ennek nagy jelentősége lehet méhészeti és toxikológiai szempontból is, hiszen mindkét nemzetség képviselőit hallucinogénként tartják számon (pl. Birnes et al. 2002). A nektár alkaloidtartalmának vizsgálatával választ kaphatunk arra a kérdésre is, hogy a hancselemek szállító és a nektárium átalakító, kiválasztó működése során bejutnak-e ezek a vegyületek a florális szekrétumba. Ismeretes, hogy a *Datura* fajok levele, virága, termése, magja, sőt méze is **mérgezést** okozhat (Crane 1975). Megfigyelték, hogy a métel maszlag (*D. metel*) mértéktelenül fogyasztott méze szkopolamin mérgezést okozott (Örösi 1968). Heiser (1969) halálos mérgezésekről számolt be a pártacsöveket szívogató gyermekek köréből. Grant és Grant (1983) megfigyelték, hogy a *D. meteloides* virágaiból nektárt gyűjtő szenderek a szkopolamin mérgezés jellegzetes tüneteit mutatták: zavartság, lassú, koordinálatlan mozgás. Korábbi vizsgálatok során pl. a csattanó maszlag nektárjából mégsem sikerült toxikus anyagot kimutatni (Lengyel 1943).

Saját, a PTE TTK Kémiai Intézetében HPLC-vel végzett méréseink azt mutatták, hogy a nektárminták **atropintartalma** mind a *Brugmansia*, mind a *Datura* fajokban a kimutatási határ (LOQ) alatti volt (LOQ atropin = $3,87 \cdot 10^{-3}$ mg/ml LOQ szkopolamin = $3,28 \cdot 10^{-3}$ mg/ml). Ugyanakkor a szkopolamint mindegyik mintából ki tudtuk mutatni. Két *Brugmansia suaveolens* nektárminta és a *Datura stramonium* minta **szkopolamintartalma** megegyező volt, míg a harmadik *Brugmansia* nektáré kiugróan magas volt, két és félszerese az előzőeknek (4. ábra).



4. ábra: *Brugmansia* és *Datura* fajok nektárának alkaloidtartalma 2006-ban

Vizsgálataink igazolták, hogy a mindkét nemzetség vegetatív és reprodukív szerveiben egyaránt jelenlévő alkaloidok előfordulhatnak a virágok által kiválasztott nektárban is, bár jóval kisebb koncentrációban. Az irodalmi adatokkal (Miraldi et al. 2001, Alves et al. 2007) összevetve a *B. suaveolens* virágai 10-12x, a *D. stramonium* virágai pedig 3x annyi szkopolamint tartalmazhatnak, mint a nektár.

A *Datura* és *Brugmansia* taxonok nektáriumára és nektárösszetételére vonatkozó eredményeinket az MGYT Gyógynövény Szakosztálya által szervezett Gyógynövény Szimpóziumon poszteren mutattuk be (Farkas et al. 2007a). Az eredmények részletesebb ismertetését közlemény formájában 2008-ban tervezzük, a *Journal of Apicultural Research* c. lapban.

4. A medvehagyma (*Allium ursinum* L.) nektárium szerkezete, nektárprodukcója, nektárszekréciós dinamikája és a nektár összetétele

A medvehagyma nektáriumának alak- és szövettana:

Elsőként mutattuk be részletesen a medvehagyma nektármirigyének alak- és szövettanát. Az *Allium ursinum* az *Alliaceae* család többi tagjához hasonlóan szeptális nektáriummal rendelkezik. A mirigy a termőlevelek összenövése mentén, 3 sugárirányú hasíték és azt körülvevő szekréciós szövet formájában jelenik meg. A gynoeceum alapi részén, keresztmetszetben, a nektárium epithelialis sejtjei oszlop alakúak, rendszerint 2 sejtsort alkotnak. Az epithelialis sejtek által bélelt hasíték folytatásaként gyakran megfigyelhető egy kivezető csatorna, melynek falát izodiametrikus sejtek alkotják. A gynoeceum felsőbb részén már csak az egyre rövidebbé és keskenyebbé váló hasítékot figyelhetjük meg. A nektárium szeptális helyzete miatt a scanning elektronmikroszkópos felvételeken a termőlevelek összenövésénél csak a kivezető járatot figyelhetjük meg.

Az *Allium ursinum* nektárprodukcója és a nektárszekréció dinamikája:

A Mecsek hegységben 3 különböző termőhelyen vizsgáltuk a medvehagyma nektárprodukcóját: 2005-ben Orfű környékén, 2006-ban Árpádtetőn, 2007-ben pedig a két előző helyszínen kívül a Tubesen is. A medvehagyma virágok mindhárom területen kevés, de tömény nektárt termeltek.

Egy virág átlagos nektárprodukcója és cukortartalma 2005-ben Orfűn 0,43 µl, 31,85 %; 2006-ban Árpádtetőn 0,30 µl, 43,18 %; 2007-ben Orfűn 0,93 µl, 36,14 %; Árpádtetőn 0,92 µl, 35,42 %, a Tubesen pedig 1,18 µl, 34,27 % volt. Az átlagos cukorértékek ugyanebben a sorrendben: 0,14; 0,13; 0,34, 0,33 és 0,40, tehát az első két évben hasonlóak voltak, mint Péter (1975) néhány évtizeddel korábbi mérései szerint. A 2007-ben mért kivételesen magas cukorértékek az időjárással magyarázhatóak. A szokatlanul enyhe tél és meleg tavasz miatt a virágzás a szokásosnál 2-3 héttel korábban kezdődött, és rövidebb ideig tartott, mint a hűvösebb, csapadékosabb években. A virágnyílás idején, április második felében, szintén az általában jellemzőtől eltérően, végig napos, meleg, csapadékmentes időjárás uralkodott, ami pozitívan hatott a képződött nektár mennyiségére és cukortartalmára is. A Tubesen mért kiemelkedő cukorérték azzal is magyarázható, hogy itt csak a virágzás végén vizsgáltuk a virágokat, amikor a másik két termőhelyen is nagyobb térfogati értékeket mértünk, mint a virágzás elején és zömvirágzáskor, bár a refrakció nem volt magasabb.

A virágnyílási fázisok tekintetében megállapítható, hogy a fészlő bimbó csak kivételesen termel nektárt, a frissen kinyílt virágokban viszont már gyakrabban található kevés szekrénum. A legjobb mézelők a pollenszóró és az öreg virágok, melyekben a nektár 3 csepp formájában látható a termőlevelek összenövése mentén (. A nektár szárazanyag tartalma is a portokfelnylás idején illetve ezt követően, az öreg virágokban éri el a legnagyobb, gyakran 50% körüli vagy akár efeletti értékeket. Ennek megfelelően azt figyeltük meg, hogy a pollenszóró, valamint a sárguló, fonnyadó, duzzadt termőjű virágokat is gyakran keresik fel a méhek, hangyák, legyek és egyéb rovarok.

Ugyanazokat a virágokat 5 napon keresztül vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy egy-egy virág átlagosan 4 napon át termelt nektárt. Az első napon a bimbók egyikében sem találtunk nektárt. A második napra a bimbók többsége kinyílt, elkezdődött a nektárszekréció, mely a második vagy harmadik napon érte el csúcspontját. A vizsgálat kezdetekor pollenszóró virágokban már a vizsgálat első napján, és további 3 napon találtunk mérhető mennyiségű nektárt. A virágok egy részében a negyedik, a többiben az ötödik napon ért véget a nektárszekréció.

A fenti eredményeket részletesebben az irányításom alatt TDK munkát végző hallgató, Molnár Réka, XXVIII. OTDK Biológiai Szekciójára beadott pályamunkája (Molnár 2007), valamint a XI. Magyar Gyógynövény Konferencia előadás- és poszterösszefoglalói tartalmazzák (Farkas és Molnár 2005). 2008-ban tervezzük benyújtani a fenti témákról írt cikkünket a *Flora* c. laphoz.

A nektár cukorösszetétele:

A **nektár cukorösszetételének vékonyréteg kromatográfiás vizsgálata** során azt tapasztaltuk, hogy 2005-ben az Orfű környékéről származó mintákból a három fő cukorkomponens (glükóz, fruktóz, szacharóz) közül a szacharóz nem volt kimutatható a nektárban, 2006-ban viszont mindháromat detektáltuk az árpádtetői mintáknál. Annak tisztázása végett, hogy az eltérések évjáráti és/vagy termőhelyi különbségekből adódtak, 2007-ben mindkét helyről vettünk mintákat. A 2007-es vizsgálatok alapján a szacharóz, a fruktóz és a glükóz egyaránt megtalálható volt a medvehagyma virágok nektárjában mind Orfűn, mind Árpádtetőn. Baker és Baker (1983a) csoportosítása szerint, a szacharóz/(glükóz+fuktóz) hányados alapján, 2005-ben hexóz-domináns, 2006-ban és 2007-ben pedig hexóz-gazdag volt a nektár. A szekrénumban tehát minden évben a hexóz komponensek domináltak, és úgy tűnik,

egy-egy évben a szacharóz aránya olyan alacsony lehet, hogy (legalábbis TLC-vel) nem kimutatható a nektárból. Tehát a nektár cukorösszetételében mutatkozó különbségek évjáráti hatásból adódtak, hiszen 2007-ben az orfűi termőhelyen is jelen volt mindhárom nektárcukor a szekrétumban.

Aminosavak és fehérjék detektálása a medvehagyma-nektárban és -mézben:

A medvehagyma gyógyhatásáért felelős speciális aminosav, az **alliin** kimutatását célzó vizsgálatokat felkérésünkre a Herpai Labor Kft. (Budapest) végezte el medvehagyma nektárjából és mézéből. Az irodalomban leírt módszerek közül az Arnault et al. (2003) által ismertetett HPLC eljárást optimalizálták. A kidolgozott eljárással az alliin standard vizes illetve víz-acetonitriles oldatból érzékenyen mérhető volt LC-MS/MS módszerrel, a mérhetőség alsó határa 20 ng/ml volt. Ugyanakkor, sem a medvehagyma nektárból, sem a mézből nem volt kimutatható az alliin ezzel a módszerrel. Mivel a vizsgálatokat ötszörös hígítással végezték, a fentiek alapján valószínűsíthető, hogy a nektár- illetve mézmintákban az alliin mennyisége kevesebb volt mint 100 ng/ml.

A mérési módszer és az extrakció ellenőrzése végett a fokhagymával is elvégezték egy kísérletet, melynek vizes extraktumából sikeresen mutatták ki az **allicint** és több dipeptidet (3 γ -Glutamil-S-allil-L-cisztein, γ -Glutamil-S-(trans-1-propenil)-L-cisztein, γ -Glutamil-fenilalanin), melyek az irodalomban (Arnault et al. 2003) is szerepeltek. Alliint viszont nem tudtak kimutatni a vizes extraktumból. Ezt jól magyarázza az az irodalomból ismert reakció, aminek során az alliináz enzim a sejtekből kikerülő alliant gyorsan elbontja allicinné. A fenti kísérlet alapján az alkalmazott módszer alkalmas az allicin kimutatására is, így kijelenthetjük, hogy a nektár illetve a méz allicint sem tartalmazott (200-300 ng/ml-nél nagyobb mennyiségben; ez standard hiányában csak tájékoztató eredménynek tekinthető).

3. táblázat: „Medvehagyma mézek” százalékos pollenösszetétele

| Medvehagyma méz | Azonosított pollen % | | | | | |
|--------------------|----------------------|------|-------|------------|------|-------|
| | medvehagyma | akác | repce | napraforgó | hárs | egyéb |
| 2005 | 6 | 11 | 6 | 1 | 2 | 74 |
| 2006 | 12 | 3 | 8 | - | - | 77 |
| 2007 | 6 | 5 | 18 | 3 | - | 68 |

A méz botanikai eredetének igazolásához elvégeztettük pollenanalízisét is. A 3. táblázatból kiderül, hogy a vizsgált „medvehagyma mézek” meglehetősen kis százalékban tartalmaztak medvehagyma-pollent. Ez viszont felveti a kérdést, hogy ha pl. legalább 50%-a a nektárnak tényleg medvehagymából származna, nem lenne-e detektálható benne az alliin/allicin? Másfelől viszont, mivel mindhárom évben hasonlóan alacsony hányadban volt jelen a medvehagyma pollen a mézben, ezek szerint a "medvehagyma méz" tipikusan ilyen, tehát ennek a tulajdonságai érdekesek a fogyasztó számára, és a valóban beszerezhető méz jellemzőit kell vizsgálnunk. Ugyanakkor ebben az esetben nem tulajdonítható speciális gyógyhatás az ún. „medvehagyma méz”-nek, csupán a többi vegyes virágmézre jellemző kedvező élettani hatások várhatóak el ettől a mézféleségtől is.

Kutatási tervünkben azt is felvetettük, hogy az alliinnek vagy származékainak kimutatása a mézből (a szokásos pollenvizsgálat helyett vagy mellett) annak bizonyítékául is szolgálhat, hogy a méz valóban a medvehagyma virágaiból származik-e, vagy hamisították. A fenti pollen- és alliin-vizsgálatok egyöntetűen azt támasztják alá, hogy a Pécssett kapható, három különböző évből származó ún.

„medvehagyma mézek” csak igen kis százalékban származnak a medvehagyma nektárjából, azaz hivatalosan nem nevezhetőek medvehagyma fajtaméznek.

Az alliin (allicin) közvetlen detektálásán kívül megkíséreltük közvetett kimutatásukat is a nektár és a méz enzimeinek vizsgálatával. A fehérje-komponenseket **SDS-PAGE** módszerrel (Laemmli 1970) vizsgáltuk. A nektárminták gélképén 50 kDa-nál egy erős sávot figyeltünk meg, ami irodalmi adatoknak (Nock és Mazelis 1986, Jansen et al., 1989; van Damme et al., 1992; Landshuter et al., 1994; Lohmüller et al., 1994; Rabinkov et al., 1994) megfelelően, a molekulásúly alapján nagy valószínűséggel megfeleltethető az **alliináz** alegységeinek, hasonlóan a póréhagyma nektárjában detektált alliinázhoz (Peumans et al. 1997). Az alliin-bontó enzim jelenlétének igazolásához a jövőben szükség lenne az alliináz aktivitásvizsgálatának elvégzésére is. Bár a medvehagyma mézben jóval többféle fehérje jelenlétére utaltak a sávok, melyek nagy része a nektárban nem voltak megtalálhatóak, az alliin-liáznak megfeleltethető sáv sokkal gyengébb volt, mint a nektárban. Ez utalhat arra, hogy az enzim degradálódik a nektár mézzé alakítása során, illetve hogy az alliin és az allicin kisebb mennyiségben fordul elő a mézben, mint a nektárban. Ugyanakkor a pollenanalízis eredményével összhangban azt is mutathatja, hogy a mézben nagyon kicsi a valódi medvehagyma méz aránya. A fenti vizsgálatok összességében azt támasztják alá, hogy a fokhagymához hasonló gyógyhatás csak jóval kisebb mértékben vagy egyáltalán nem jellemző a mézre, a medvehagyma vegetatív részeihez és virágához képest.

Eredményeink egy részét publikáltuk a *Journal of Plant Science and Biotechnology* c. folyóirat felkérésére készített review cikkünkben (Farkas és Zajácz 2007) és a *Méhészet* c. szaklapban (Molnár és Farkas 2008). Az eredményeket nemzetközi konferencián is bemutattuk (Farkas et al. 2007b), továbbá benyújtottunk egy közleményt az *Acta Horticulturae*-hoz, melynek megjelenése 2008-ban várható (Farkas et al. 2008).

5. Összegzés, következtetések

Bemutattuk azon fajok (medvehagyma, csattanó maszlag és angyaltrombita) **nektáriumstruktúráját**, melyeké még nem (vagy csak részben) volt ismert az irodalomból.

Részletesen elemeztük a repce, több maszlag faj és a medvehagyma **nektárprodukción**ját, valamint leírtuk a **nektárszekréció dinamikáját**, elemezve a nap folyamán, a virágzás és az egyes virágok élete során bekövetkező változásokat.

Meghatároztuk az összes vizsgált taxon **nektárcukor-összetételét**, a nektárban a szacharóz és a hexózok arányát, illetve az összecukor mennyiségét, rámutatva ezen jellemzők **megporzásbiológiai és méhészeti jelentőségére** is.

Míg a *Brugmansia* és *Datura* fajok nektárjából sikerült kimutatnunk a nemzetségekre jellemző alkaloidok közül a **szkopolamint**, a vizsgált **repcefajták** florális szekréciójában és a belőle készült mézben nem tudtuk detektálni a káposztafélékre jellemző **glükozinolátokat**. Az utóbbit valószínűleg a fajták alacsony glükozinoláttartalmára nemesítéssel magyarázhatjuk. Elképzelhető viszont, hogy a rokon, vadon élő fajok nektárjában, ha kis mennyiségben is, de jelen vannak a glükozinolátok, melyek védelmet nyújthatnak a virágnak egyes kórokozókkal, betegségekkel szemben. Irodalmi utalások szerint (Baker és Baker 1983b) az alkaloidok, sőt a fenoloidok szerepe is hasonló lehet a nektárban, azaz riasztó hatásukkal távol tarthatják a nemkívánatos viráglátogatókat, nevezetesen a nektárrablókat, melyek nem járulnak hozzá a keresztbeporzáshoz.

A fokhagymára és **medvehagymára** jellemző speciális aminosav, az **alliin** (vagy származékai) nem voltak kimutathatóak sem a medvehagyma virágok nektárából, sem a (részben) ebből származó mézből. Bár a virágok erőteljes fokhagymaszagot árasztanak, elképzelhető, hogy az alliin magában a nektárban csak igen kis koncentrációban van jelen, illetve gyors átalakulása révén már nem detektálható.

A **modellnövény**ként vizsgált fenti fajoknál a **nektár fitokémiai jellemzőinek** tanulmányozása révén új adatokkal és összefüggésekkel gazdagítottuk a florális szekrénum **kemotaxonomiai értékű** metabolitjainak előfordulására vagy hiányára vonatkozó ismereteinket.

Ahogy az előzőekben is történt rá utalás, kutatócsoportunk több olyan publikáción dolgozik jelenleg is, ami a kutatás eddig nem publikált eredményeit fogja bemutatni. A cikkek benyújtását 2008 folyamán tervezzük, megjelenésük ebben az évben illetve 2009-ben várható. Ezért **kérem, hogy zárójelentésem elbírálásakor a későbbiekben megjelenő közleményeket is vegyék figyelembe**, illetve a jelentésben foglaltak alapján született minősítést kiegészítő eljárásban később módosítsák.

Pécs, 2008. február 28.

Farkas Ágnes
témavezető

Irodalmi hivatkozások:

- Alves M.N., Sartoratto A., Trigo J.R. (2007): Scopolamine in *Brugmansia suaveolens* (Solanaceae): Defense, Allocation, Costs, and Induced Response. *J. Chem. Ecol.* 33: 297–309.
- Arnault I.; Christides, J.P.; Mandon, N.; Haffner, T.; Kahane, R.; Auger, J. (2003): High-performance ion-pair chromatography method for simultaneous analysis of alliin, deoxyalliin, allicin and dipeptide precursors in garlic products using multiple mass spectrometry and UV detection. *J. Chrom. A.* 991: 69-75.
- Avery, A.G.; Satina, S.; Rietsema, J. (eds.) 1959: *Blakeslee: the genus Datura*. Ronald, New York.
- Baker, H.G.; Baker, I. (1983a): Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. In: Jones, C. E. and Little, R. J. (eds.) *Handbook of Experimental Pollination Biology*. Van Nostrand-Reinhold, New York. pp. 117-141.
- Baker, H.G.; Baker, I. (1983b): A brief historical review of the chemistry of floral nectar. In: Bentley, B. and Elias, T. (eds.): *The Biology of Nectaries*. Columbia University Press, New York. pp. 126-152.
- Birmes, P.; Chounet, V.; Mazerolles, M.; Cathala, B.; Schmitt, L.; Lauque, D. (2002): Self-poisoning with *Datura stramonium* – 3 case reports. *Presse Medicale* 31 (2): 69-72.
- Crane, E. (1975): *Honey: a Comprehensive Survey*. Bee Research Association. William Heinemann Ltd., London.
- Czirák L. (szerk.) (2005): Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet. Államilag elismert fajták kísérleti eredményei. Őszi káposztarepce. Budapest, 2005.
- Da Costa Leite, J.M.; Trugo, L.C.; Costa, L.S.M.; Quinteiro, L.M.C.; Barth, O.M.; Dutra, V.M.L.; De Maria, C.A.B. (2000): Determination of oligosaccharides in Brazilian honeys of different botanical origin. *Food Chemistry* 70: 93-98.

- Farkas, Á. (2006): Nectar production and nectar sugar composition of some rape (*Brassica napus* L.) cultivars in Hungary. Abstracts of the 27th International Horticultural Congress & Exhibition. Seoul, Korea, Aug. 13-19, 2006, S11-P-98, pp.385-386.
- Farkas Á. (2008): Nectar Production and Nectar Sugar Composition of Three Oilseed Rape (*Brassica napus*) Cultivars in Hungary. Acta Hort. 767 (in press)
- Farkas. Á. és Molnár R. (2005): A medvehagyma (*Allium ursinum* L.) nektáriumszerkezete és nektárproduktója. XI. Magyar Gyógynövény Konferencia. Dobogókő, 2005. október 13-15. p.45.
- Farkas Á., Zajác E. (2007): Nectar production for the Hungarian honey industry. European Journal of Plant Science and Biotechnology, *invited review* 1(2): 125-151. http://gsbjournalsup.client.jp/EJPSB_1_2.html
- Farkas Á., Déri H. és Darók J. (2006): A *Datura stramonium* és a *D. innoxia* nektáriumának összehasonlító szövettana. In: Mihalik E. (szerk.) XII. Magyar Növényanatómiai Szimpózium Sárkány Sándor emlékére. Szeged, JATE Press. 104-108.
- Farkas Á., Kerchner A., Bacskay I., Felinger A. (2007a): *Datura* és *Brugmansia* fajok nektáriuma és nektárösszetétele. MGyT Gyógynövény Szakosztály - Gyógynövény Szimpózium, Szeged, 2007. okt. 18-19. (poszter)
- Farkas Á., Molnár R., Kerchner A. (2007b): Nectar production and the composition of nectar and honey in ramson (*Allium ursinum*). 5th International Symposium on Edible Alliaceae. 29 Oct – 1 Nov. 2007, Dronten, the Netherlands. Conference Programme: p. 191.
- Farkas Á., Molnár R., Kerchner A. (2008): Nectar Production and the Composition of Nectar and Honey in Ramson (*Allium ursinum*). Acta Hort. (submitted)
- Galetto L, Bernardello L. (1993): Nectar secretion pattern and removal effects in three species of Solanaceae. Can. J. Bot. 71: 1394-1398.
- Grant, V. and Grant, K.A. (1983): Behavior of hawkmoths on flowers of *Datura . meteloides*. Bot. Gaz. 144 (2): 280-284.
- Heiser, C.B. (1969): Nightshades: the paradoxical plants. W.H. Freeman, San Fransisco.
- Jansen, H.; Müller, P.; Knobloch, K. 1989. Characterization of an alliin-lyase preparation from garlic (*Allium sativum*). Planta Med. 55: 434-439.
- Kevan, P.G.; Lee, H.; Shuel, R.W. (1991): Sugar ratios in nectars of varieties of canola (*Brassica napus*). J. Apicult. Res. 30 (2): 99-102.
- Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T₄. Nature 227: 680-685.
- Landshuter, J., Lohmüller, E. and Knobloch, K. 1994. Purification and characterization of a C-S lyase from ramson, the wild garlic *Allium ursinum*. Planta Med. 60: 343-347.
- Lengyel G. (1943): Méhek és virágok. Budapest, Az Országos Méhészeti Egyesület Kiadása 48-65.
- Lohmüller, E-M., Landshuter, J. and Knobloch, K. 1994. On the isolation and characterization of C-S lyase preparation from leek *Allium porrum*. Planta Med. 60: 337-342.
- Mellon, F.A.; Bennett, R.N.; Holst, B.; Williamson, G. (2002): Intact glucosinolate analysis in plant extracts by programmed cone voltage electrospray LC/MS: performance and comparison with LC/MS/MS methods. Analytical Biochemistry 306: 83-91.

- Ménard, R.; Larue, J-P.; Silué D.; Thouvenot, D. (1999): Glucosinolates in cauliflower as biochemical markers for resistance against downy mildew. *Phytochemistry* 52: 29-35.
- Miklós-Tóth, J., Botz, L., Horváth, Gy., Tegzes-Dezső, Gy., Farkas Á., Szabó, L. Gy. (2001): Atropine and scopolamine in leaf and flower of *Datura arborea* L. *Int. J. Hort. Sci.* 7 (2): 61-64.
- Miraldi E., Masti A., Ferri S., Comparini I.B. (2001): Distribution of hyoscyamine and scopolamine in *Datura stramonium*. *Fitoterapia* 72 (6): 644-648.
- Mohn, T.; Cutting, B.; Ernst, B.; Hamburger, M. (2007): Extraction and analysis of intact glucosinolates – A validated pressurized liquid extraction / liquid chromatography – mass spectrometry protocol for *Isatis tinctoria*, and qualitative analysis of other cruciferous plants. *J. Chrom. A* 1166: 142-151.
- Molnár R. (2007): A medvehagyma (*Allium ursinum* L.) nektáriumszerkezete, nektárprodukcója, a nektár és a méz összetétele. OTDK pályamunka. XXVIII. OTDK Biológia Szekció.
- Molnár R., Farkas Á. (2008): Újabb adatok a medvehagyma nektártermeléséről. *Méhészet* 56 (2): 6-7.
- Nikovitz A., Szalainé Mátray E. (1983): Őszi káposztarepce és napraforgó fajták, illetve hibridek nektár- és virágportertermelésének összehasonlítása. *Állattenyésztés és takarmányozás* 32: 375-379.
- Nock, P.L. and Mazelis, M. 1986. The C-S lysis of higher plants: preparation and properties of homogenous alliin-lyase from garlic (*Allium sativum*). *Arch. Biochem. Biophys.* 249: 27-33.
- Örösi P. Z. (1968): Méhek között. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.* p. 46., 51., 54.
- Pernal, S. F. és Currie, R. W. (1998): Nectar quality in open-pollinated, pol CMS hybrid, and dominant SI hybrid oilseed summer rape. *Can. J. Plant Sci.* 78 (1): 79-89.
- Peumans W. J., Smeets, K., VanNerum, K., VanLeuven, F., VanDamme, E. J. M. (1997): Lectin and alliinase are the predominant proteins in nectar from leek (*Allium porrum* L.) flowers. *Planta* 201 (3): 298-302.
- Péter J. (1975): Repce. In: Halmágyi L., Keresztesi B. (szerk.) *A méhlegelő.* Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 541-544.
- Rabinkov, A., Zhu, X., Grafi, G., Galili, G. and Mirelman, D. 1994. Alliin-lyase (alliinase) from garlic (*Allium sativum*). *Appl. Biochem. Biotech.* 48:149-171.
- Raguso, R.A.; Henzel, C.; Buchmann, S.L.; Nabhan, G.P. (2003): Trumpet flowers of the Sonoran desert: floral biology of *Peniocereus* cacti and sacred *Datura*. *Int. J. Plant Sci.* 164 (6): 877-892.
- Reining M., Farkas Á. (2008): Néhány jelenleg termesztésben lévő repcefajta mézélése. *Méhészet* 56 (4): 6-7. (in press)
- Tian, Q.; Rosselot, R.A.; Schwartz, S.J. (2005): Quantitative determination of intact glucosinolates in broccoli, broccoli sprouts, Brussels sprouts, and cauliflower by high-performance liquid chromatography – electrospray ionization – tandem mass spectrometry. *Analytical Biochemistry* 343: 93-99.
- Tolra, R.P.; Alonso, R.; Poschenrieder, C.; Barcelo, D.; Barcelo, J. (2000): Determination of glucosinolates in rapeseed and *Thlaspi caerulescens* plants by liquid chromatography – atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *J. Chrom. A* 889: 75-81.
- Van Damme, E.J.M., Smeets, K., Torrekens, S., Van Leuven, F. and Peumans, V.J. 1992. Isolation and characterization of alliinase cDNA clones from garlic (*Allium sativum* L.) and related species. *Eur. J. Biochem.* 209: 751-757.

Voss, R.; Turner, M.; Inouye, R.; Fisher, M.; Cort, R. (1980): Floral biology of *Markea neurantha* Hemsley (Solanaceae), a bat-pollinated epiphyte. *American Midland Naturalist* 103 (2): 262-268.

Wykes, G.R. (1952): An investigation of the sugars present in the nectar of flowers of various species. *New Phytol.* 51 (2): 210-215.