

RÖVID KÖZLEMÉNY

A mocsári kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.) levegőből történő tőszámlálásának feltételei

BAKÓ Gábor^{1*}, BIRÓ Éva², BÓDIS Judit³, BÚZÁS Előd^{2,3,4}

¹Interspect Kft., 2324 Halásztelek, II. Rákóczi Ferenc út 42.; bakogabor@interspect.hu

²Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság,
8229 Csopak, Kossuth u. 16.; biroeva@bfnp.hu

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi
Intézet, Természetvédelmi Biológiai Tanszék,
8360 Keszthely, Festetics u. 7.; bodisjudit64@gmail.com

⁴Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Festetics Doktori Iskola,
8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16.; buzaselod@gmail.com

Elfogadva: 2024. augusztus 6.

Kulcsszavak: drón, fajmegőrzés, légi felmérés, merevszárnyú UAS-rendszer, távérzékelés, térképezés.

Összefoglalás: A mocsári kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.) természetvédelmi helyzete indokolja az állományok monitoring jellegű vizsgálatát, a tövek számának nyomon követését. A virágzó egyedek számának rendszeres megállapítását nehezíti, hogy a faj csak rövid ideig észlelhető, és nagy kiterjedésű réteken fordul elő. Míg a korábban rendelkezésre álló megoldások idő- és költségigénye nem tette lehetővé az évenkénti teljes körű adatgyűjtést, a légi felmérés költséghatékony segítséget nyújthat az állományok aktuális virágzó egyedszámának becslésében. Ennek a modern módszernek is vannak fizikai korlátai: az ortofotó-mozaik geometriai megbízhatóságát 10 cm alatti értéken kell tartani, a felvételeket nagy átfedéssel készíteni (legalább 80% sorok közötti, legalább 90% soron belüli átfedések), a terepi felbontást pedig 0,7 mm körülire szükséges tervezni.

Idézés: Bakó G., Biró É., Bódis J., Búzás E. 2024: A mocsári kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.) levegőből történő tőszámlálásának feltételei. Bot. Közlem. 111(2): 269–275.
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2024.111.2.269>

A mocsári kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.) kora tavasszal (március-április környékén) virágzó, könnyen felismerhető, feltűnő szépségű vadvirágunk (1. ábra). Talán ennek is köszönhetően, egész elterjedési területén közismert, zászlóshajó fajnak tekinthető növény (TATARENKO et al. 2022). Vékony szárán 4–5 szálás levelet visel, bókoló, széles harang alakú, 3–4,5 cm hosszú virágai magányosan, ritkán kettésével nyílnak. A leplek saktáblaszerű mintázatot viselnek, aminek szí-

* Levelező szerző



1. ábra. Mocsári kockásliliom (*Fritillaria meleagris*) 2024. március 17-én, a lerepüléskor a Tüskeszentpéter (Zalaszentgrót része) településrésztől északra található kaszálóréten. (Bakó Gábor felvétele)
Fig. 1. Snake's head fritillary (*Fritillaria meleagris*) on 17 March 2024, at the time of our aerial survey in the haymeadow to the north of Tüskeszentpéter (part of Zalaszentgrót). (Photo by Gábor Bakó)

ne változatos, leggyakrabban rózsaszínes-vörösesbarna (KIRÁLY 2009). Liget- és láperdők faja, mely az erdők kiirtása után kialakult mocsárréteken tudott jelentős állományokat létrehozni (BÓDIS et al. 2020). Előfordulásait élőhelyeinek vízviszonyai, folyók, patakok áradásai nagymértékben befolyásolják, mivel a kora tavaszi elöntés kedvez a faj fennmaradásának (BIRÓ et al. 2018, TATARENKO et al. 2022). E rétek folyamatos fenntartása, művelése a faj fennmaradása szempontjából is fontos, ugyanakkor a réteken történő „gyepjavítás” és a nem megfelelő időben végzett agrotechnikai beavatkozások jelentősen károsíthatják a populációkat (100/2012 (IX.28.) VM rendelet). Szintén veszélyt jelent a rétek kiszáradása, amit korábban a vízelvezetések okoztak, és ezt ma tovább fokozza a klímaváltozás. Nagyobb városok környezetében a rétek könnyen esnek áldozatul az ipari fejlesztéseknek. Mindezek oda vezettek, hogy egész elterjedési területén visszaszorulóban van, hazánkban is védett faj (KIRÁLY 2007, BÓDIS et al. 2020).

Magyarországon sajátos elterjedési mintázatot mutat: a Dunántúl déli és nyugati részén, valamint az Észak-Alföldön és az Északi-középhegység néhány pontján (Putnoki-dombság, Bódva-völgy, Cserehát, Bükk, Mátra) fordul elő, de legjelentősebb, több százazres állományai a Felső- és Alsó-Zala-völgy, valamint a Kerka-vidék kistájban található (BÓDIS et al. 2020). A Zala folyó menti előfordulásai egykor egybefüggő területet alkothattak, azonban ez mára megváltozott: egyes rétek kezelését felhagyták, másoké intenzívvé vált, történtek lecsa-

polások, szántóterületeket alakítottak ki, és bizonyos részeket beépítettek (BIRÓ et al. 2018). A Zala folyó mentén 2022-ben és 2023-ban közösségi tudomány (citizen science) módszerrel végzett terepi felmérések rámutattak a virágzó egyedek számlálásának nagy idő- és energiaigényére (BÚZÁS et al. 2022, 2024), ráadásul egyes területeken virágzási időszakban a terepi jelenlét zavarhatja a terület háborítatlanságát. A Zala menti területek nagy kiterjedése, valamint az élőhelyek nehéz megközelíthetősége miatt került előtérbe, hogy a rövid virágzási idejű faj felmérésére a terepi adatgyűjtést kiegészítő módszert keressünk. Úgy véltük, hogy egy nagy felbontású kamerával történő légi felmérés hatékony alternatívája lehet a rétek bejárásával történő egyedszámlálásnak.

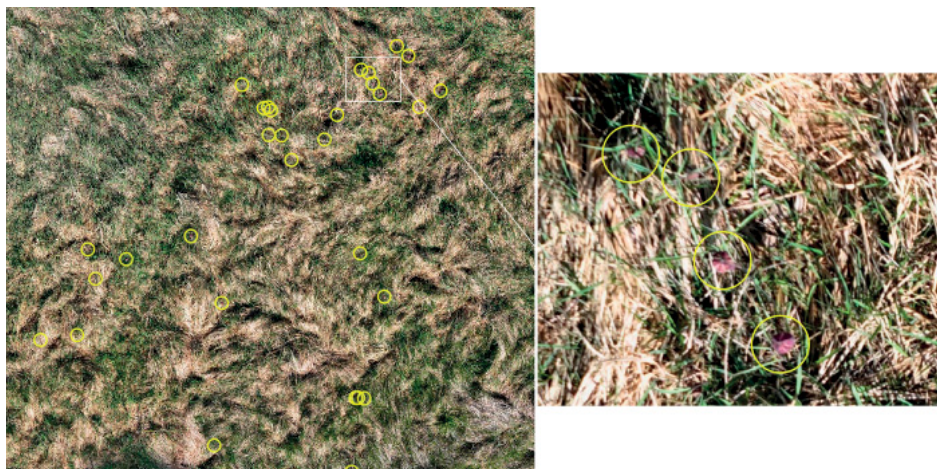
A mocsári kockásliliom időjárástól függően március közepe és április vége között nyílik. A virágzási csúcson még láthatók a korábban előbújt virágok és a későbbiek is, ez az időszak általában nem húzódik nagyon szét. Fentről a töveket a virágok háttértől elkülönülő színe alapján tudjuk detektálni, így a tőszámlálásra évente legfeljebb 12–20 nap áll rendelkezésre. Ez az időintervallum megközelítőleg adott, de a virágzás konkrét időpontja változó, enyhe telek és korai melegedés esetén előre tolódhat, vagyis a megfelelő időszakhoz nekünk kell alkalmazkodni. A felmérés nagy felbontású (0,4 mm terepi felbontásig) mérőkamerát hordozó merevszárnyú repülőgéppel valósítható meg (BAKÓ et al. 2021), de ez esetenként nagyon költséges lehet. Merevszárnyú UAS (Unmanned Aerial System – pilóta nélküli rendszer) esetében viszont gazdaságosan megvalósítható, és mivel alacsonyabb (60–120 m) terep feletti repülési magasságból kivitelezhető, kevesebb pára és por terheli a felvételeket. Ennek a megoldásnak az a hátránya, hogy kiterjedt fel- és főként leszállóhelyre van szükség a munkaterület közelében. Ahhoz, hogy az aránylag nagy – terephez viszonyított – sebességgel repülő (40–80 km/h) autonóm merevszárnyú platformmal kellően nagy terepi felbontású, legalább 70%-ban átfedő és képvándorlás-mentes felvételeket készíthessünk, olyan tömegű felvevőberendezés szükséges, ami kizárja a kis tömegű, kis feszítávolságú típusokat. Ehhez képest a forgószárnyas UAS-ok könnyebben bevetethetők kis területek esetében, ugyanakkor kevésbé gyorsak és kevésbé gazdaságosak. Jelen kísérlet során DJI Mavic 3 Enterprise RTK multikoptert alkalmaztunk, saját kamerájával, aminek dinamikai minősége és jel/zaj viszonya nem éri el a mérőkamerakét, a milc (tükör nélküli) és DSLR (tükörreflexes) fényképezőgépek minőségét, így az eredményeinkben szereplő határértékek bizonyosan reprodukálhatók jobb minőségű szenzor alkalmazása (merevszárnyú UAS nagyobb tömegű, jobb minőségű kamerái) vagy jövőben elérhető fejlettebb multikopterek esetében is. Így a képek minősége nem éri el a merevszárnyú platformokon alkalmazható széles dinamikai átfogású, nagy színgazdagságú kamerákkal készülő felvételekét, előny viszont, hogy könnyebb felszállni a munkaterületen, és a jelzett típus jelenleg szélesebb körben elérhető. Az RTK (Real-Time Kinematic) korrekció egy földi hálózat

közeli bázisállomásának további adatait használja fel a drón fedélzetén mért helymeghatározási adatok pontosságának javítására. Ez a korrekció általában lehetővé teszi, hogy RMSE 7 cm geometriai megbízhatóságú ortofotó-mozaikot készítsünk. A négyzetes középhibával (angolul root mean square error, RMSE) jól kifejezhető az ismétlésben mért értékek és a valós értékek közötti különbségek nagysága, így megadja a térképezési folyamat pontosságát.

A lerepülésre 2024. március 17-én került sor a Zalaszentgróthoz tartozó Tüskeszentpéter településrésztől északra található kaszálórési élőhely egy kisebb részén (mintegy 10%-án), ami a HUBF20037 kódú, Alsó-Zala-völgy megnevezésű kiemelt jelentőségű természetmegőrzési (Natura 2000) területhez tartozik. A lerepülés időpontjában a gyeppvegetációból a kockásliliomok virágai alig emelkedtek ki. A lefelé tekintő (nadír állású, függőleges kameratengelyű) kamerával olyan sorozatfelvételt készítettünk, amelyben a soron belül 90%, a sorok között legalább 75% a képek átfedése. A felvételeket Agisoft Metashape fotogrammetriai szoftverrel rektifikáltuk (2.0.0 / 15597 64 bit verzió), majd egységes képmozaikká alakítottuk. Az így nyert ortofotó-mozaikon négy, egymástól függetlenül dolgozó operátorral elvégeztettük a nagyjából 0,75 ha mintaterület kiértékelését, így a szubjektív torzítást is tudtuk vizsgálni.

A fotogrammetriai módszerrel végzett mocsári kockásliliom számlálási kísérlet eredményeként kiderült, hogy a 7500 m² kiterjedésű, szabályos téglalap alakú mintaterületen 34 tő volt megtalálható a lerepüléskor. A 0,7 mm terepi felbontású RGB ortofotó-mozaik esetében 91–97% a detektálási megbízhatóság, négy szubjektív elemző kiértékelése alapján. A felmérés eredményeként rendkívül részletes (0,7 mm terepi felbontású) ortofotó-mozaikot, pont típusú vektorgrafikus térképfedvényt és statisztikát, valamint jegyzőkönyves jelentést állítottunk elő. Ezek a termékek a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság, illetve a HRAMN (High Resolution Aerial Monitoring Network) archívumába kerültek. Tapasztalatunk alapján elmondható, hogy a felmérés biztonságos eredményt akkor ad, ha az ortofotó-mozaik legalább 0,7 mm terepi felbontású, megfelelően exponált, képvándorlás-mentes képeken alapul.

Felvételeink alapján a légi felmérés alkalmas a mocsári kockásliliom virágzó tövek számlálásának és térképezésének elvégzésére (2. ábra). Bár virágzásban lévő növények detektálására zajlanak kísérletek (pl. RECKLING et al. 2021), ezzel a fajjal kapcsolatban hasonló próbálkozással nem találkoztunk. Úgy találtuk, hogy sík élőhely esetében a fotogrammetriai szakasz jól automatizálható és megbízható eredményt ad, ha kellő átfedéssel fényképeztünk. A következő lépésben azt vizsgáljuk, hogy a felmérésből származó pont típusú shape fájlok elkészítésére tudunk-e olyan szoftvert készíteni, ami automatizált módon lokalizálja az ortofotó-mozaikokon a virágfejeket. Amennyiben ez lehetséges, a vizsgálat eredménye a lerepüléshez képest akár egy napon belül rendelkezésére állhat.



2. ábra. A mocsári kockásliliom (*Fritillaria meleagris*) légi felmérésekor készített ortofotó-mozaik részlete. (Bakó Gábor felvételei)

Fig. 2. Details from the orthophoto-mosaic recorded during the aerial counting of *Fritillaria meleagris*. (Photos by Gábor Bakó)

A mocsári kockásliliom állományainak légi fotókon alapuló térképezése akkor lehet sikeres, ha az ortofotó-mozaik geometriai megbízhatósága 10 cm alatti értéken tartható és a felvételek nagy átfedéssel készülnek (a virágfejek geometriai eltéréseiből vagy centrális vetítésből adódó mozaikoláskori eltűnésnek elkerülése érdekében), a terepi felbontás 0,7 mm körül alakul (ennél kisebb felbontás torzítja az észlelés megbízhatóságát, nagyobb felbontás pedig nem gazdaságos), illetve a vektorgrafikus céltérkép levezetése az ortofotóról automatizálható. Amennyiben a felmérés kritikus elemei (fotogrammetriai fázis, illetve a virágok detektálása a képen és az eredmények földrajzi vetületben történő közlése) nem automatizálhatók, a magas időigény nem tesz lehetővé monitoring jellegű rutin felhasználást, így a következő időszakban a kiértékelés felgyorsításán fogunk dolgozni.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság-nak, hogy lehetővé tette a vizsgálatokat, illetve ezúton is köszönik az Interspect Kft. és a HRAMN anyagi hozzájárulását. Köszönik a független kiértékelők, Ábrahám Petra Zsannett, Balla Zsófia, Prepok Rebeka és Szilvágyi Boldizsár együttműködését.

Irodalomjegyzék

100/2012 (IX.28.) VM rendelet: „A védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szem-

- pontból jelentős növény és állatfajok közzétételéről szóló 13/2001. (V. 9.) KöM rendelet és a növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV.23.) FVM rendelet módosításáról.” Magyar Közlöny 128: 20903–21019.
- BAKÓ G., MOLNÁR Zs., BAKK L., HORVÁTH F., FEHÉR L., ÁBRÁM Ö., MORVAI E., BIRÓ Cs., PÁPAY G., FÜRÉSZ A., PENKSZA K., PÁCSONYI D., DEMÉNY K., JUHÁSZ E., DÉKÁNY D., CSERNYAVA L., ILLÉS G., MOLNÁR A. 2021: Toward a High Spatial Resolution Aerial Monitoring Network for Nature Conservation – How Can Remote Sensing Help Protect Natural Areas? Sustainability 13(16): 8807. <https://doi.org/10.3390/su13168807>
- BIRÓ É., SIMON Zs., BÓDIS J. 2018: A kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.) túskesztopéteri (Zalaszentgrót) élőhelyének tájhasználat története. Kitaibelia 23(1): 25–30. <https://doi.org/10.17542/kit.23.25>
- BÓDIS J., TAKÁCS A., ÓVÁRI M., VIRÓK V., KULCSÁR L., MAGOS G., SÜLYOK J., NÓTÁRI K., MOLNÁR A., BARNA Cs., KUCZKÓ A., BIRÓ É., GERENCSÉR B., FREYTAG Cs., TÜDÖSNÉ BUDAI J., MOLNÁR V. A. 2020: Az év vadvirága 2016-ban: a mocsári kockásliliom (*Fritillaria meleagris*). Kitaibelia 25(1): 79–100. <https://doi.org/10.17542/kit.25.79>
- BÚZÁS E., BÓDIS J., FÜLÖP B., PACSAI B. 2022: Citizen science survey of the snake’s head fritillary (*Fritillaria meleagris*) in the valley of the River Zala in Hungary. Georgikon for Agriculture 26(3): 2–13.
- BÚZÁS E., FÜLÖP B., PACSAI B., BÓDIS J. 2024: Mocsári kockásliliom felmérés az Alsó-Zalavölgyben. In: CSECSERITS A., SOMODI I. (szerk.): XIV. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia: Összefoglalók. HUN_REN Ökológiai Kutatóközpont, Budapest, p. 13.
- KIRÁLY G. (szerk.) 2007: Vörös Lista. A magyarországi edényes flóra veszélyeztetett fajai. Sajat kiadás, Sopron, 73 pp.
- KIRÁLY G. (szerk.) 2009: Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalfő, 616 pp.
- RECKLING W., MITASOVA H., WEGMANN K., KAUFFMAN G., REID R. 2021: Efficient Drone-Based Rare Plant Monitoring Using a Species Distribution Model and AI-Based Object Detection. Drones 5(4): 110. <https://doi.org/10.3390/drones5040110>
- TATARENKO I., WALKER K., DYSON M. 2022: Biological Flora of Britain and Ireland: *Fritillaria meleagris*. Journal of Ecology 110: 1704–1726. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13886>

SHORT COMMUNICATION

**Conditions for aerial counting of snake's head fritillary
(*Fritillaria meleagris* L.) flowering individuals**

G. BAKÓ^{1*}, É. BIRÓ², J. BÓDIS³, E. BÚZÁS^{2,3,4}

¹Interspect Kft., 2314 Halásztelek, II. Rákóczi Ferenc út 42, Hungary;
bakogabor@interspect.hu

²Balaton-felvidéki National Park Directorate, 8229 Csopak, Kossuth u. 16, Hungary;
biroeva@bfnp.hu

³Department of Nature Conservation Biology, Institute for Wildlife Management and
Nature Conservation, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,
8360 Keszthely, Festetics u. 7, Hungary; bodisjudit64@gmail.com

⁴Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Festetics Doctoral School,
8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16, Hungary; buzaselod@gmail.com

Accepted: 6 August 2024

Key words: aerial survey, drone, fixed-wing UAS system, mapping, remote sensing, species conservation.

The conservation status of snake's head fritillary (*Fritillaria meleagris* L.) justifies the monitoring of the abundance of flowering plants. The species' short detection period and its occurrence in extensive meadows make it difficult to determine the number of flowering individuals through ground survey. While the time and cost requirements of previously available methods did not allow for a complete annual data collection, aerial surveys can provide a cost-effective alternative to estimating the current number of flowering individuals in a population. This modern method also has physical limitations: the geometric accuracy of the orthophoto mosaics must be kept below 10 cm, the images must be taken with a high overlap (80% line and 95% inline overlap), and the spatial resolution must be designed to be around 0.7 mm.

Citation: Bakó G., Biró É., Bódis J., Búzás E. 2024: Conditions for aerial counting of snake's head fritillary (*Fritillaria meleagris* L.) flowering individuals. *Bot. Közlem.* 111(2): 269–275. (in Hungarian with English abstract) <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2024.111.2.269>

* Corresponding author