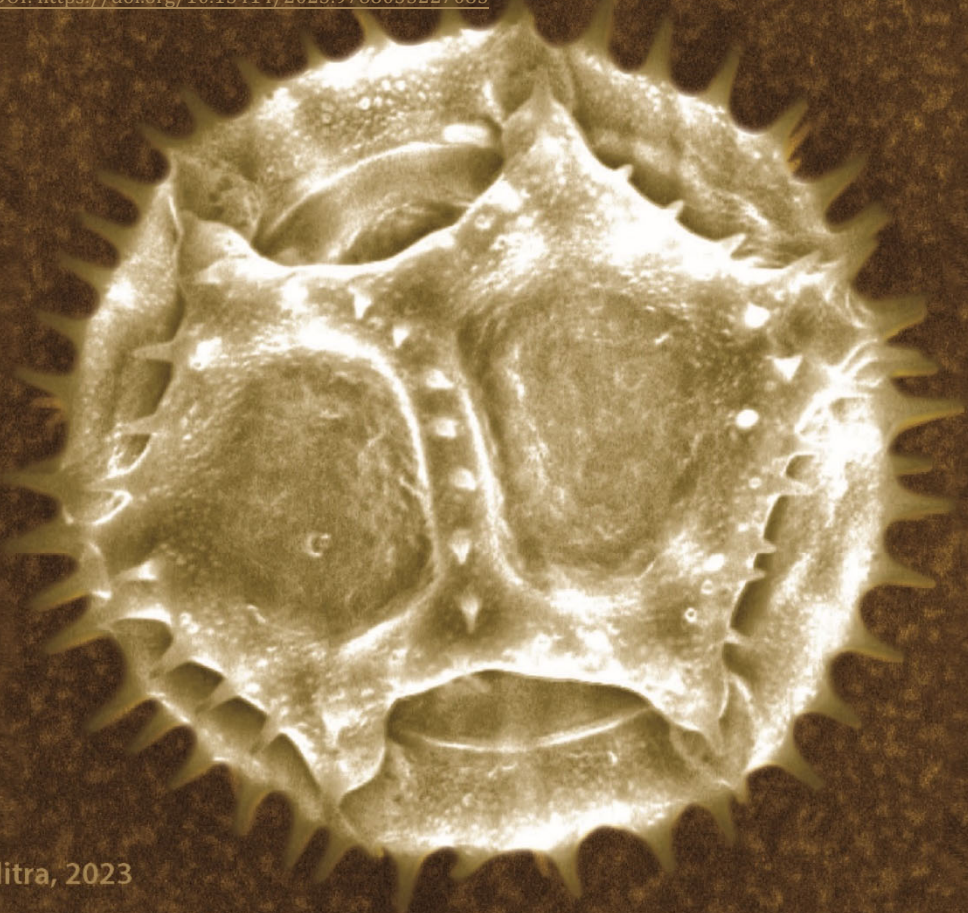


Ján Brindza | Ľuba Ďurišová | Radovan Ostrovský

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055227085>



Nitra, 2023

Ján Brindza · Ľuba Ďurišová · Radovan Ostrovský

**Morfologická charakteristika peľových zŕn
niektorých medonosných druhov rastlín**



DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055227085>



SPU
Slovenská
poľnohospodárska
univerzita v Nitre



SPU·FAPZ
Fakulta agrobiológie
a potravinových
zdrojov



Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Ústav rastlinných a environmentálnych vied
Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i., Zvolen

Ján Brindza · Ľuba Ďurišová · Radovan Ostrovský

**Morfologická charakteristika peľových zŕn
niektorých medonosných druhov rastlín**



Nitra 2023

Názov monografie: Morfológická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

Autori:

doc. Ing. Ján Brindza, CSc., 2,74 AH

Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

doc. Ing. Ľuba Ďurišová, PhD., 3,73 AH

Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Ing. Radovan Ostrovský, PhD., 4,30 AH

Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i., Zvolen

Recenzenti:

Ing. Mária Gabriela Ostrolucká, CSc.

Ústav genetiky a biotechnológie rastlín Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV, v. v. i., Nitra

doc. Ing. Robert Chlebo, PhD.

Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Autori fotografií:

Ing. Radovan Ostrovský, PhD., Dr. Svetlana Motyleva, PhD.

Odborná spolupráca:

Ing. Vladimíra Horčinová Sedláčková, PhD., Dr. Svetlana Motyleva, PhD.

Grafická úprava: Ing. Radovan Ostrovský, PhD.

Návrh obálky: Apel s.r.o., Nitra

Vydanie: prvé

Rok vydania: 2023

Edícia: AgroBioNet

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 19. 12. 2023
ako vedeckú monografiu publikovanú online.

Táto publikácia je publikovaná pod licenciou Creative Commons Attribution NonCommercial
4.0 International Public License (CC BY-NC 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



ISBN 978-80-552-2708-5

POĎAKOVANIE

Autori publikácie vyslovujú úprimné poďakovanie všetkým spolupracovníkom, ktorí prispeli k realizácii „Programu uchovania včelstiev a udržateľného využívania všetkých známych a aj menej známych včelích produktov pre zlepšenie výživy, zdravia a kvality života“ a štúdiu peľových zŕn z tradične pestovaných, málo využívaných a menej známych, ako aj voľne rastúcich druhov, ktorý je realizovaný v rámci medzinárodnej siete AgroBioNet. Do uvedenej siete je zapojených už vyše 30 univerzitných pracovísk, výskumných inštitúcií a botanických záhrad zo 14 krajín.

Osobitné poďakovanie vyjadrujú autori publikácie prof. Valerijovi Brovorskému, prof. Leonóre Adamchukovej z Národnej univerzity vied o živote a životnom prostredí na Ukrajine v Kyjeve a Mgr. Olge Grygorieve z Národnej Botanickej záhrady M. M. Gryshka pri Národnej akadémii vied Ukrajiny v Kyjeve a doktorke Svetlane Motyleve z Výskumného ústavu šľachtenia ovocných druhov v Moskve, v spolupráci s ktorými sa v podmienkach bývalého Inštitútu ochrany biodiverzity a biologickej bezpečnosti a súčasného Ústavu rastlinných a environmentálnych vied Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov pri Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre realizovalo riešenie morfolologickej charakteristiky peľových zŕn z rôznych rastlinných druhov na rôznej úrovni, a to v rámci viacerých medzinárodných projektov za aktívnej spoluúčasti 28 výskumných pracovníkov a doktorandov. Výsledky a poznatky získané z realizovaných projektov boli prezentované v 15 samostatných knižných vedeckých publikáciách, 198 vedeckých publikáciách vo vedeckých periodikách a v 104 publikáciách prezentovaných na národných a medzinárodných vedeckých konferenciách.

PodĎakovanie patrí tiež Ing. Vladimíre Horčinovej Sedláčkovej, PhD. a Dr. Svetlane Motyleve, PhD. za pomoc pri spracovaní vzoriek peľových zŕn pre mikroskopické pozorovanie a fotodokumentáciu peľových zŕn hodnotených rastlinných druhov, Eve Chovancovej a Alexejovi Oravcovi za technickú pomoc pri zbere kvetov na získanie peľu jednotlivých druhov rastlín.

PREDSLOV

Hlavným objektom výskumu a štúdia tejto publikácie je **peľ**. Slovo peľ je z gramatického hľadiska všeobecným podstatným menom, v jednotnom čísle, hoci sa týka mnohých jedincov (Jones a Jones, 2001). V publikácií sú použité oba termíny peľ a peľové zrno.

Proces vývinu peľových zŕn je veľmi zložitý. Vznikajú procesom mikrosporogenézy a mikrogametogenézy. Sú to unikátne mikroskopické štruktúry, ktoré vytvárajú nahosemenné a krytosemenné rastliny. Vlastne sú to samčie pohlavné bunky semenných rastlín (samčí gametofyt). Samotný peľ predstavuje v podstate množstvo zrelých peľových zŕn, mikroskopicky dvojbunkových alebo trojbunkových štruktúr, ktoré sa javia ako jemný a voľným okom takmer neviditeľný prášok. Pri krytosemenných rastlinách sa peľ vytvára v peľniciach tyčiniek v kvetoch. Pri nahosemenných rastlinách sa vytvára v peľových puzdrách zoskupených do samčích šištíc (strobilov). Peľové zrná sa líšia medzi druhmi veľkosťou a aj tvarom. Vo všeobecnosti sa veľkosť jednotlivých peľových zŕn uvádza v rozpätí od 4 do 250 μm . Peľové zrná sú špecifické pre jednotlivé druhy rastlín nielen svojou veľkosťou, tvarom, farbou, ale aj rôznym povrchom. Veľmi rozmanitá je štruktúra povrchu peľových zŕn, morfológia a ich chemické zloženie.

Peľ je vo včelárskej verejnosti označovaný ako „zlatý prášok“ a to nie iba vďaka jeho zlatožltej farbe, ale aj vďaka jeho veľkému aplikačnému využitiu v rôznych vedných odboroch, ale tiež v priemysle a zdravotníctve. Hoci peľové zrná sú veľmi malé mikroskopické štruktúry je potvrdené, že žiadna iná časť rastliny neobsahuje v sebe toľko informácií a energie ako práve peľ (Ščevková a Mičieta, 2016).

Zdá sa, že včely spoznali jeho význam a užitočnosť peľu oveľa skôr ako človek. Peľ, spóry a iné formy mikroskopických štruktúr sa nazývajú palynomorfy, ktoré vo svojej podstate predstavujú zachované časti životných cyklov rôznych organizmov. Štúdium palynomorf poskytuje možnosti spoznania a pochopenie života, prostredia a energetických podmienok, ktoré ich produkujú. Všetky palynomorfy sú tvorené sporopolenínom, dinosporínom, chitínom alebo pseudochitínom.

Vedecký smer, ktorý sa zaoberá štúdiom peľových zŕn produkovaných semennými rastlinami a všetkými inými palynomorfami sa nazýva **palynológia**. Slovo palynológia pochádza z gréckeho slova „palunein“, čo znamená posypať alebo rozsypať a latinského slova „*pollina, granum pollinis*“. V pragmatickom zmysle je palynológia veda o mikroskopických organických štruktúrach.

Palynológia ako veda vytvára veľa príležitostí na jej praktické využitie. Štúdium symetrie, polarity, tvaru, veľkosti, štruktúry, ornamentácie exiny a apertúr peľových zŕn je veľmi užitočné pre mnohé vedné odbory ako je botanika, oceánografia, limnológia, pedológia, geológia, paleontológia, ekológia, melitológia, entomológia, archeológia, aerobiológia, alergológia, kriminológia a mnohé iné. Rastlinný peľ má široké využitie v dietetickej výžive, pri výrobe liekov, bioaditív, vitamínov, v kozmeteológii.

Peľ je indikátor, ktorý umožňuje študovať fytogeografiu minulosti, fylogenetický vývoj rastlín, horninové a pôdne charakteristiky, podnebie a úroveň znečistenia ovzdušia,

vzťahy medzi rastlinami a hmyzom, ako aj botanický a geografický pôvod včelích produktov a mnoho iných problémov.

Štúdium peľu objaveného v sedimentoch a sedimentárnych horninách umožňuje získať mnohé informácie o dávnej minulosti, pretože peľové zrná sú nápadné a ich vonkajší sporopolenínový obal známy ako exina je veľmi silný a tým aj trvácny. Peľ je zdrojom potravy pre niektoré živočíchy, opel'ovače a aj neopel'ovače.

Identifikácia peľu, ktorý sa nachádza na povrchu hmyzu alebo v ňom, môže pomôcť určiť migráciu a šírenie peľu na veľké vzdialenosti, migračné trasy a zdroje potravy pre včely. Tieto informácie sú dôležité pre štúdium opel'ovania pri poľných plodinách. Peľ je využívaný aj na určenie polinačných stratégií opel'ovačov a vďaka znalostiam o zvykoch a migrácii hmyzích škodcov je možné vyvinúť účinnejšie metódy ochrany pred škodcami.

Palynológia má široké uplatnenie a prakticky sa využíva v rôznych vedných oblastiach.

a) **Entomopalynológia** sa orientuje na štúdium peľu, ktorý je spojený s hmyzom. Kvety a hmyz sa vyvíjali spoločne. Úloha hmyzu pri opel'ovaní kvetov je všeobecne známa. Údaje o biológii opel'ovania sú užitočné pre spoznanie mnohých praktických procesov, ktoré súvisia s opel'ovaním rastlín včelami a inými opel'ovačmi.

b) **Paleopalynológia** študuje fosílny peľ a spóry s cieľom na určenie geologického veku a stratigrafickú koreláciu hornín pomocou biostratigrafie. Okrem toho pre blízku minulosť alebo archeologickú minulosť sa využíva kopropalynológia, ktorá je pododborom paleopalynológie a zaoberá sa peľom a spórmi nachádzajúcimi sa vo fosílnych biologických výlučkoch (koprolitoch) zvierat a fekáliách, ktoré poskytujú informácie o strave organizmov, akými boli pravekí ľudia a vyhynuté zvieratá.

c) **Paleoekológia** sa zameriava na rekonštrukciu minulej vegetácie (suchozemské rastliny), ako aj morských a sladkovodných spoločenstiev fytoplanktónu, čo umožňuje spoznať minulé paleoenvironmentálne a paleoklimatické podmienky a zmeny.

d) **Palynotaxonómia** sa zaoberá použitím morfologických znakov peľu ako zdroja taxonomických údajov na vymedzenie rastlinných taxónov. Typy a počet apertúr peľových zŕn sa taktiež často používajú na identifikáciu rozdielov alebo hľadanie podobnosti medzi druhmi rovnakých taxónov, čo má význam pre taxonómiu a evolučné štúdie.

e) **Forezná palynológia** študuje prítomnosť prachových častíc nájdených v objektoch a materiáloch súvisiacich s kriminálnymi prípadmi. Kvôli vysokému konzervačnému potenciálu a množstvu peľu a spór poskytuje ich prítomnosť informácie o formálnom a depozitnom prostredí.

f) **Lekárska palynológia** sa zaoberá interakciou peľu a spór s ľudskými dýchacími orgánmi. Faktormi, ktoré ovplyvňujú usadzovanie je veľkosť častíc, hustota častíc, úroveň ich aktivity a iné. Peľ alebo spóry prenášané vetrom vo veľkých množstvách sú alergénmi. Vyvolávajú sennú nádchu.

g) **Melisopalynológia** sa zaoberá štúdiom peľu a spór nachádzajúcich sa v mede a v iných včelích produktoch a využíva sa na identifikáciu pôvodu včelích produktov.

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

h) **Archeologická palynológia** skúma využitie rastlín ľuďmi v minulosti. Pomáha určiť pestovanie a využívanie plodín.

i) **Palynológia** zahŕňa tiež štúdium **organických častíc a kerogénu**, t. j. prirodzene sa vyskytujúcej nerozpusťnej organickej hmoty v sedimentoch.

Na základe uvedeného, palynológia predstavuje interdisciplinárnu vednú oblasť a jeden z najúspešnejších nástrojov na štúdium minulosti, súčasnosti a budúcnosti našej planéty.

V rámci výskumných programov Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov pri Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre sa štúdium morfológie peľu krytosemenných rastlín stalo objektom experimentálnej činnosti vo viacerých výskumných projektoch na bývalom Inštitúte ochrany biodiverzity a biologickej bezpečnosti a bývalej Katedre botaniky na národnej aj medzinárodnej úrovni. V súčasnosti pokračujú experimentálne aktivity už v rámci novovytvoreného Ústavu rastlinných a environmentálnych vied, do ktorého boli začlenené aj obe uvedené pracoviská.

Za viac ako 30 ročné obdobie boli výskumné projekty orientované hlavne na štúdium diverzity morfológie peľu pri kultúrnych, ale aj pri voľne rastúcich druhoch rastlín v spojitosti so štúdiom fyzikálno – morfológických znakov, biochemického zloženia a praktického využitia včelích peľových obnôžok. Tieto produkty vytvorené včelami predstavujú nielen nenahraditeľné zdroje pre výživu a existenciu včelstiev, ale sú aj unikátne a doteraz nedostatočne docenené zdroje pre výživu ľudí ako potenciálne funkčné potraviny a tiež vo fytoterapii pre farmaceutické, kozmetické a mnohé iné využitie.

Za uvedené obdobie výskumné kolektívy zhodnotili morfológické znaky peľu pri viac ako 300 rastlinných druhoch. Uvedené výsledky a získané poznatky s rozsiahlou fotodokumentáciou predstavujú významnú základňu ich praktického využitia, a to hlavne v oblasti melisopalynológie – t. j. štúdia botanického a geografického pôvodu medu a ostatných včelích produktov.

Hlavným motívom napísania tejto publikácie bola prezentácia dosiahnutých výsledkov štúdia a zhodnotenia morfológickej charakteristiky peľových zŕn vybranej skupiny rastlinných druhov, ktoré je možné využiť hlavne pri potenciálnom zriadení národnej databázy peľu pre rôzne praktické využitie nielen v podmienkach Slovenska, ale aj v rámci medzinárodnej spolupráce. V podmienkach Slovenska neboli realizované zatiaľ špecifické aktivity v danej oblasti, hoci v mnohých krajinách sveta už existujú rozsiahle databázy a ich praktické využitie v rôznych medzinárodne akreditovaných laboratóriách.

Na Slovensku boli uskutočnené rozsiahle štúdie morfológie peľu, zvlášť pri drevinách, ale je pravdou, že nie za účelom vytvorenia databázy a ani nie s dôrazom na medonosné druhy rastlín.

Autori

ABSTRACT

The aim of the monography is presentation of pollen grain characteristics from selected group of plant species. The evaluated group consists of plants that are traditionally cultivated such as *Helianthus annuus* L., *Prunus avium* (L.) L.; rarely used such as *Castanea sativa* Mill., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott; less known species *Diospyros kaki* L.; invasive species *Solidago gigantea* Aiton; ornamental species *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., naturally occurring plant species *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Lamium purpureum* L., *Cichorium intybus* L., *Crataegus monogyna* Jacq.; as well as species used for bees' pasture in Slovakia such as *Phacelia tanacetifolia* Benth., from which bees are gathering nectar and pollen for their feeding. Flowers were gathered from selected plants at the start of full bloom. In laboratory conditions, the pollen was released from stamen and subsequently dried and placed on stubs to be prepared for observation and photographed on scanning electron microscope. Pollen grains were classified based on internationally recognized methodology (Erttdtman, 1952). We evaluated fundamental morphological characteristics of pollen grains – size of grains based on length of polar (P) and equatorial (E) axis, shape of pollen grains (P/E), outline, pollen unit, polarity of pollen grains, symmetry, number and shape of apertures, exine sculpture. Results confirmed that identifying characteristics, also applicable for detection of species spectrum of pollen in honey, is unique and steady exine sculpture as well as number and shape of apertures, which is documented by SEM observations especially on details of surface sculpture. We determined length of polar axis (P) in range from 20.51 μm (*Castanea sativa* Mill.) to 58.03 μm (*Diospyros kaki* L.), length of equatorial axis (E) in range from 9.37 μm (*Castanea sativa* Mill.) to 39.05 μm (*Cichorium intybus* L.) and shape index (P/E) in range from 1.00 (*Cichorium intybus* L.) to 2.34 (*Phacelia tanacetifolia* Benth.).

Acquired results will be used for creation of database of pollen grains from plant species growing in Slovakia and also for evaluation of botanical and geographical origin of honey samples and other bees' products, which will serve the apiculture public and other target groups in Slovakia. Group of evaluated plants in this monography represents the preview of oncoming extended set of plant species in frame of international palynological database of Slovakia.

Key words

Pollen, pollen grains, plant species, morphological characteristics of pollen, pollen grain database

POUŽITÉ SKRATKY

AgroBioNet	Agrobiodiversity network / Označenie medzinárodnej siete pracovísk a expertov orientovaných na výskum, vzdelávanie a rozvoj agrobiodiverzity
AUTPAL	Verein zur förderung der palynologischen forschung in Österreich/ Autentické Združenie na podporu palynologického výskumu v Rakúsku
CBQoL	Colour Blind Quality of Life Scale / Farboslepá stupnica kvality života
CCDB	Chromosome Counts Database / databáza počtu chromozómov
CIE	International Commission on Illumination / Medzinárodná komisia pre osvetľovanie
CVD	Congenital Colour Vision Deficiency / Vrodená porucha farebného videnia
E	Equatorial axis / Šírka ekvatoriálnej osi peľového zrna (μm)
EFSA	European Food Safety Authority / Európsky úrad pre bezpečnosť potravín
ELISA	Enzyme-linked Immunosorbent Assay / Enzýmový imunosorbentový test
ICBB	International Commission for Bee Botany / Medzinárodná komisia pre botaniku včiel
ICPPR	The International Commission on Plant Pollinator Relations / Medzinárodná komisia pre vzťahy opel'ovačov rastlín založená v roku 1950 ako International Commission for Bee Botany (ICBB) / Medzinárodná komisia pre botaniku včiel
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change / Medzivládny panel o zmene klímy
LCVP	The Leipzig Catalogue of Vascular Plants / Lipský katalóg cievnatých rastlín
P	Polar axis/ Dĺžka polárnej osi peľového zrna (μm)
PalDat	Palynological Database / databáza peľových zŕn z rastlinných druhov
P/E	Shape index/ Tvarový index peľového zrna
SEM	Skenovací elektrónový mikroskop
TEM	Transmisný elektrónový mikroskop
TPL	The Plant List / referenčný zoznam názvov cievnatých rastlín

OBSAH	strana
1. Úvod	1
1.1. Všeobecná charakteristika peľu	1
1.2. Údaje o počte a rozšírení rastlín v rôznych oblastiach sveta	3
1.3. Vplyv klimatických zmien a iných faktorov na kvitnutie druhov a produkciu peľu	6
1.4. Produkcia peľu rastlinami a v ekosystémoch	8
1.5. Palynológia	16
1.6. Peľ a včelie peľové obnôžky	17
1.7. Melisopalynológia	17
2. Ciele	19
3. Použitý materiál a metódy	20
3.1. Hodnotené rastlinné druhy	20
3.2. Lokality zberu vzoriek peľu	21
3.3. Odber a príprava vzoriek pre pozorovanie na skenovacím elektrónovom mikroskope	21
3.4. Vyhotovenie fotodokumentácie vzoriek peľu zo skenovacieho elektrónovového mikroskopu	22
3.5. Morfometrická analýza peľových zŕn	22
3.6. Štatistická analýza experimentálnych údajov	22
4. Morfologická charakteristika peľu vybraných druhov rastlín	24
4.1. <i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott (arónia čiernoplodá)	24
4.2. <i>Castanea sativa</i> Mill. (gaštan jedlý)	28
4.3. <i>Cichorium intybus</i> L. (čakanka obyčajná)	32
4.4. <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. (hloh jednozemenný)	36
4.5. <i>Diospyros kaki</i> L. (ebenovník rajčiakový)	40
4.6. <i>Helianthus annuus</i> L. (slnečnica ročná)	45
4.7. <i>Lamium purpureum</i> L. (hluchavka purpurová)	49
4.8. <i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt. (mahónia cezmínolistá)	55
4.9. <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth. (facélia vratičolistá)	59
4.10. <i>Prunus avium</i> (L.) L. (čerešňa vtáčia)	63
4.11. <i>Solidago gigantea</i> Aiton (zlatobyl' obrovská)	68
4.12. <i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> (púpavy)	72
5. Závery	77
6. Použité literárne zdroje	79
7. Index	106

1. ÚVOD

V ostatných rokoch sa enormne rozširujú poznatky o možnostiach praktického využitia peľu, ktorý dosahuje len niekoľko mikrometrov. Napriek nepatrnej veľkosti peľové zrná sú nositeľmi genetickej informácie a sú nenahraditeľné pre schopnosť jej prenosu z rodičovskej na budúcu generáciu, a to procesom opelenia a oplodnenia. Dôležité sú nielen z hľadiska reprodukcie rastlín a zachovania a rozšírenia ich genofondu, ale súčasne sú nositeľmi významnej a doteraz nespoznanej vitálnej energie, nakoľko sú zdrojom množstva prírodných špecifických, biologicky aktívnych látok s fytotherapeutickými účinkami. Peľové zrná známych, ale aj neznámych druhov rastlín majú praktické využitie vo výžive, pri zlepšovaní zdravia, kvality života ľudí a sú využiteľné aj v mnohých iných oblastiach.

Človek nie je schopný technicky zabezpečiť zber peľu pri všetkých druhoch rastlín. Včely nadobudli rôzne sofistikované schopnosti zberu peľových zŕn z kvetov rastlín a majú schopnosť ich transportu vytváraním, tzv. peľových obnôžok, ktoré sú významné z hľadiska zabezpečenia výživy, energie a uchovania svojich včelstiev. Včelári vynašli mnohé technológie odberu včelích peľových obnôžok spreď úlov pomocou tzv. peľochytov. V súčasnosti sa využíva už značný objem včelích peľových obnôžok pre rôzne praktické účely, ale ešte stále málo vo výžive ľudí. Na Slovensku sa každý rok vykúpi a využije viac ako 350 – 450 ton včelích peľových obnôžok ako krmivo pre rozmnožovanie čmeliakov a ich výživu (nepublikované údaje autorov), ktorí sú významnými opel'ovačmi pre zabezpečovanie opel'ovania a oplodňovacieho procesu pri pestovaní rôznych druhov rastlín v skleníkoch, ako aj v poľných podmienkach.

Hoci peľové zrná patria k najmenším štruktúram, ktoré sa vytvárajú na rastlinách, ich význam a praktické využitie je veľmi rozsiahle. Samotný proces formovania peľových zŕn u rôznych druhov rastlín so špecifickou morfológiou, ich špecifické chemické zloženie a vitalita ovplyvňujú mnohé biotické a abiotické faktory prostredia. Niektoré z nich sú analyzované aj v tejto kapitole publikácie.

1.1. Všeobecná charakteristika peľu

Názov „peľ“ použil ako prvý v latinskom jazyku Carl von Linné v roku 1751 (Halbritter et al., 2018). N. Grew až v roku 1662 objavil špecifické rozdiely v tvare peľových zŕn pri rastlinných druhoch. Tieto poznatky prezentoval vo svojej práci „Anatómia rastliny“, v ktorej okrem iného uvádza, „že jedinci toho istého druhu produkujú morfológicky zhodné peľové zrná“ (Halbritter et al., 2018).

Počas osemnásteho a začiatku devätnásteho storočia sa spoznal význam peľu pri opel'ovaní a oplodňovaní rastlín. Význam včiel a opel'ovačov pri opel'ovaní a oplodňovaní rastlín ako prvý Gottlieb Koelreuter (1776) spolu s Christianom Konradom Sprengelom, priekopníkom rastlinnej ekológie. Sprengel (1793) bol prvým vedcom, ktorý spozoroval rôzne póry a ryhy na povrchu peľových zŕn., Demonštroval účinok kríženia na potomstvo, opísal dichogamiu (dozrievanie samčích a samičích častí kvetu v rozdielnom čase, čo má zabrániť samoopeleniu) a spoznal rozdiely medzi vetroopelivými a hmyzoopelivými druhmi rastlín (Halbritter et al., 2018).

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

Peľ je najdôležitejšou súčasťou kvitnúcich rastlín so špeciálnou štruktúrou a funkciou. Zrelé peľové zrno je výsledok uskutočnenia zložitých procesov, a to mikrosporogenézy a makrogametogenézy. Procesom dvoch jadrových delení, a to redukčného delenia (meiózy I) a ekvačného delenia (meióza II) vznikajú jednojadrové mikrospóry. Vývin peľového zrna z jednojadrovej mikrospóry pokračuje mitotickým delením jej jadra v procese mikrogametogenézy. Súčasne na povrchu mikrospóry sa diferencuje stena peľového zrna – sporoderma, tvorená vonkajšou vrstvou (exinou) a vnútornou (intinou). Rozdelením jadra mikrospóry na dve bunky – vegetatívnu a generatívnu sa končí proces vývinu peľového zrna. Peľové zrno so sporodermou s rozlíšenou vegetatívnu a generatívnu bunkou, teda v dvojbunkovej alebo v trojbunkovej fáze predstavuje samčí gametofyt. Dvojbunkovosť a trojbunkovosť peľového zrna je významným systematickým znakom. Pri dvojbunkovom peľovom zrne generatívna bunka sa rozdelí na dve samčie pohlavné bunky – spermatické bunky až v peľovom vrecúšku v procese klíčenia peľu. Trojbunkové peľové zrno vznikne, ak generatívna bunka sa rozdelí ešte v peľovom zrne pred tvorbou peľového vrecúška (Ostrolucká 2010 in Brovarskyi, Brindza a kol., 2010, Erdelská a kol. 2017).

Vonkajšia vrstva steny peľového zrna predstavuje pevný obal nazvaný termínom exina. Má charakteristické morfológické vlastnosti, významné z hľadiska identifikácie rastlinného druhu a je odolná voči mechanickému a chemickému poškodeniu. Chráni spermatické bunky peľu počas jeho prenosu z peľníc tyčiniek k piestiku kvetov rastlín alebo z peľových puzdier samčej šišťice na vajíčko nahosemenných rastlín. Peľové zrno, ktoré v procese opelenia dopadne na bliznu piestika alebo na vajíčko nahosemenných rastlín pri kompatibilnom vzťahu druhov vyklíči a vytvorí peľové vrecúško, ktoré prenáša samčie spermatické bunky do vajíčka až k samičíemu gametofytu (Stephen, 2014).

Vnútorná stena (intina), prevažne tenká, je bohatá na celulózu a pektíny, zatiaľ čo vonkajšia stena je viacvrstvová, zložená nielen z celulózy a pektínov, ale z veľkej časti z veľmi odolného biopolyméru nazývaného sporopolenín (Ahlers a kol., 2003; Boavida et al., 2005). Práve tento biopolymér podmieňuje vysokú odolnosť peľových zŕn pre prežitie v dlhom čase v rôznych sedimentoch a podmienkach. Exina má schopnosť odolať teplote až do 3 000 °C (Nayar, 1990 – in Stephen, 2014). Je to kvôli prítomnosti sporopolenínu s jeho zvláštnym štruktúrnym chemickým zložením, ktoré spôsobuje, že peľové zrná môžu byť identifikované aj v paleozoických horninách starých aj 500 miliónov rokov bez toho, aby boli zničené, aj keď všetky ostatné organické časti sú karbonizované a deformované (Faegri a Iversen, 1989). Vonkajšia vrstva peľovej steny navyše zabraňuje zmršťovaniu peľového zrna a poškodeniu jeho obsahu počas vysychania (Erdtman, 1952; Faegri, 1956).

Na povrchu exiny je možné pozorovať veľmi odlišné skulptúrne prvky a perforácie. Rozličné mikroštruktúrne prvky a iné variabilné morfológické charakteristiky majú veľký diagnostický význam pre taxonómiu, a to najmä preto, že vykazujú isté evolučné a fylogenetické vzťahy. Takýmito znakmi sú okrem štruktúrnych prvkov povrchu peľu aj poloha, typ a tvar apertúr (klíčnych otvorov) a tiež veľkosť a tvar peľových zŕn. Morfológické znaky peľu sú obzvlášť užitočné a významné, keď sa

používajú spolu s inými morfológickými znakmi pre ich systematický význam (Erdtman, 1952).

1.2. Údaje o počte a rozšírení rastlín v rôznych oblastiach sveta

Hlavným cieľom prezentovaných výsledkov z výskumu v tejto publikácii je ich využitie pre potenciálne vytvorenie Národného programu pre realizáciu výskumnej a aplikovanej melisopalynológie na Slovensku. Melisopalynológia sa zaoberá identifikáciou peľu v neupravenom mede. Analýza peľových zŕn prítomných v mede (Louveaux et al., 1978) je dôležitá pre určenie geografického a botanického pôvodu peľu v medoch alebo aj iných včelích produktoch mikroskopickým pozorovaním sedimentov medu.

Pre zabezpečenie identifikácie prítomných peľových zŕn v sedimentoch medu je nevyhnutné mať k dispozícii špecializovanú databázu peľových zŕn rozšírených rastlinných druhov na Slovensku, z ktorých včely zbierajú alebo môžu zberať nektár a peľ pre produkciu medu a výživu svojho včelstva. Pre určenie botanického pôvodu je potrebné mať k dispozícii údaje o morfológických znakoch rozšírených rastlín na Slovensku, a pre určenie geografického pôvodu je potrebné využiť databázy z iných krajín, v podstate z rôznych krajín sveta.

Obchod s medom a inými včelími produktami nemá hraníc. Mnohé spoločnosti nakupujú medy z rôznych krajín a rôznej kvality, z ktorých spravidla vytvárajú predajné medové zmesi pod všeobecnými názvami. Preto v týchto medoch môžu byť prítomné peľové zrná z rôznych regiónov sveta a rôznych druhov rastlín. To znamená aj takých, ktorých botanický pôvod nie je možné zistiť z dôvodu, že peľové zrná týchto rastlín nie sú doteraz opísané, a preto nie sú k dispozícii v žiadnych palynologických databázach uvádzaných vo svete.

V danej súvislosti je dôležité okrem iného poznať aj údaje o počte voľne rastúcich druhov a kultúrnych plodín využívaných v poľnohospodárstve na Slovensku a v každej krajine a súčasne mať z nich v databáze údaje o morfológických znakoch peľových zŕn. Pri zohľadňovaní otázky identifikácie peľových zŕn vo včelích produktoch z pohľadu geografického pôvodu je v podstate potrebné mať údaje o morfológických znakoch peľu voľne rastúcich druhov a zámerne pestovaných poľnohospodárskych plodín z celého sveta.

Z toho dôvodu je tu základná otázka „koľko je už známych a opísaných rastlinných druhov vo svete a v jednotlivých regiónoch“, pretože každý druh rastlín produkuje špecifické peľové zrná. Tejto problematike sa venuje už mnoho výskumných inštitúcií, ktoré vytvorili a vytvárajú databázy o počte a názvoch cievnatých rastlín. Najviac používaná databáza referenčného zoznamu názvov cievnatých rastlín vedená Kráľovskou botanickou záhradou v Kew pod názvom The Plant List (TPL) obsahuje 1 166 054 názvov cievnatých rastlín, vrátane 308 397 akceptovaných názvov, z toho 304 419 krytosemenných rastlín. Viac ako 760 000 názvov rastlín v databáze TPL sú synonymá, vrátane 244 017 nevyriešených názvov rastlín (TPL, <http://www.theplantlist.org/>).

Globálne znalosti o názvoch rastlín nielen v porovnaní s TPL eviduje Lipský katalóg cievnatých rastlín (LCVP – Leipzig Catalogue of Vascular Plants), ktorý rieši

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

nedostatok mnohých komplexných a štandardizovaných taxonomických referenčných informácií, ktoré sú častými prekážkami pre rozsiahly výskum rastlín, a to hlavne v systematike, biogeografii alebo makroekológii. Uvedený katalóg prezentuje aktualizovaný a oveľa vylepšený referenčný zoznam 1 315 562 vedeckých názvov pre všetky opísané druhy cievnatých rastlín na celom svete. Verzia 1.0.3 LCVP obsahuje 351 180 akceptovaných názvov druhov (a 6 160 prirodzených hybridov) v rámci 13 460 rodov a 564 čel'adi. Obsahuje tiež aj viac informácií o taxonomickom statuse globálnych názvov rastlín ako ktorýkoľvek iný podobný zdroj a súčasne výrazne zlepšuje spoľahlivosť používaných zdrojov pre názvy rastlín (Freiberg et al., 2020, <https://idata.idiv.de/ddm/Data/ShowData/1806>). Problematikou počtu poznaných rastlinných druhov vo svete sa zaoberajú aj mnohí autori vo svojich publikáciách (Christenhusz a Byng, 2016, Qian et al., 2022).

Aj napriek tomu, že mnohí autori a botanické inštitúcie každý rok spresňujú počty známych druhov rastlín, je tu fakt, že botanici z mnohých botanických záhrad z rôznych krajín sveta každý rok objavujú a charakterizujú ďalších 2 000 nových druhov rastlín. Z týchto už známych, ale aj mnohých ešte neznámych druhov, včely zberajú nektár a peľové zrná, ktoré sú prítomné v medoch a iných včelích produktoch, pričom ich identifikácia nie je možná, pokiaľ nie sú ich morfologické znaky peľových zŕn a ich názvy k dispozícii v niektorej z vytvorených databáz. Takže riešenie danej problematiky je pomerne veľmi zložitá.

Rastlinné druhy nie sú rovnomerne rozšírené vo všetkých krajinách sveta. Pôvodné, voľne rastúce druhy v každej krajine tvoria jej prírodné bohatstvo. Z uvedeného hľadiska sú významné rozdiely medzi krajinami, čo dokumentujú aj údaje v tabuľke 1. Z prehľadných údajov vyplýva, že v počte pôvodných rastlinných druhov rastlín z celosvetového hľadiska dominujú krajiny južnej Ameriky, a to Brazília (56 215 druhov) a Kolumbia (51 220). Naopak, najnižší počet pôvodne rozšírených druhov rastlín vo svete evidujú krajiny Kuvajt (234) a Írsko (954). Z prehľadu tabuľky 1 okrem iného vyplýva aj všeobecne známa skutočnosť, že krajiny severnej časti našej planéty, a to hlavne v Európe evidujú o 40 – 60 % menej pôvodných druhov ako v južnej časti sveta. Z uvedeného dôvodu je v Európe, USA a Kanade najviac využívaných introdukovaných kultúrnych druhov rastlín hlavne z krajín Strednej a južnej Ameriky, Afriky a Ázie a tento trend intenzívne pokračuje a bude pokračovať aj v budúcnosti.

Geografická poloha Slovenska v strede Európy a na hraniciach Karpát a Panónskej nížiny podmieňuje aj bohatstvo diverzity flóry. Vysoká biodiverzita je výsledkom špecifických stanovištných podmienok, ale aj vplyvu ľudskej činnosti. Na Slovensku bolo dosiaľ opísaných viac ako 11 270 rastlinných druhov vrátane rias. Z uvedeného počtu je evidovaných 3352 rastlinných taxónov, ktoré sú známe ako voľne rastúce druhy. V databáze OSN (Tabuľka 1) sa uvádza 3 124 druhov. Je to málo alebo veľa? V dôsledku intenzívneho využívania prírodných zdrojov sú v súčasnosti mnohé rastlinné druhy v štádiu zániku, niektoré sa stali vzácnymi, iné sú ohrozené. Regionálne a lokálne červené zoznamy sú významným zdrojom informácií a spresňujú znalosti o ohrození rastlinných taxónov z celosvetového hľadiska. V roku 2002 bol publikovaný prvý kompletný zoznam invázií rastlín na Slovensku v odbornom zborníku Ochrana prírody (Gojdičová et al.,

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

2002). Mnohé invázne druhy sú tiež vhodné zdroje nektáru a peľu pre včely a iných opel'ovačov. Typickým príkladom sú rozšírené druhy zlatobyle na Slovensku (Vinogradova a Kuklina, 2016; Vinogradova a Shelepova, 2017).

V roku 2012 bol publikovaný nový aktualizovaný vedecký zoznam nepôvodných druhov cievnatých rastlín na Slovensku, ktorý zahŕňa aktuálne údaje o inváznom potenciáli jednotlivých druhov (Medvecká a kol., 2012). Podľa uvedeného zdroja výsledný súbor údajov o pôvodných taxónoch pozostáva z 3 337 druhov a poddruhov, vrátane hybridov. Cudziu flóru Slovenska tvorí 282 archeofytov a 634 neofytov. Druhy zaradené v tomto zozname sú rozdelené do 3 skupín, na druhy invázne (I), naturalizované alebo zdomácnené (N) a druhy s občasným (náhodným) výskytom (C).

Tabuľka 1 Porovnanie vybraných krajín s rôznym počtom evidovaných rastlinných taxónov

Európa		Ázia		Afrika		Južná Amerika		Ostatné oblasti	
Krajiny	Počet	Krajiny	Počet	Krajiny	Počet	Krajiny	Počet	Krajiny	Počet
Nízky počet		Nízky počet		Nízky počet		Nízky počet		Nízky počet	
Írsko	950	Singapur	2282	Gambia	974	Uruguaj	2278	Kuvajt	234
Fínsko	1102	Mongolsko	2823	Guinea Bisau	1000	Belize	2894	Fuji	1518
Litva	1153	Kórejská Rep.	2898	Mauretánia	1100	El Salvador	2911	Nový Zéland	2382
Anglicko	1163	Srí Lanka	3314	Nigéria	1460	Jamajka	3308	Šalamúnove ostrovy	3172
Slovensko	3124	Azerbajdžan	4300	Čad	1600	Haiti	5242	Kanada	3270
Vysoký počet		Vysoký počet		Vysoký počet		Vysoký počet		Vysoký počet	
Rusko	11400	Čína	32200	Juhoafrická Rep.	23420	Brazília	56215	USA	19473
Taliansko	5599	Indonézia	29375	Kongo Dem. Rep.	11007	Kolumbia	51220	Austrália	15638
Ukrajina	5100	India	18664	Tanzánia.	10008	Mexiko	26071	Papua N.G.	11544
Španielsko	5050	Malajzia	15500	Madagaskar	9505	Venezuela	21073	Turecko	8650
Grécko	4992	Thajsko	11625	Kamerun	8260	Ekvádor	19362	Irán	8000

Zdroj: Vlastné spracovanie autormi podľa údajov z dokumentu United Nations Environment Programme – World Conservation Monitoring Centre, Ramsar Convention Bureau, United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

Na identifikáciu botanického a geografického pôvodu prítomných peľových zŕn v medoch a iných včelích produktoch je do určitej miery možné využívať národné a medzinárodné databázy peľu s rešpektovaním autorských práv a podmienok využívania údajov. Mnohé z týchto databáz využívajú fotodokumentáciu peľových zŕn získanú zo svetelného mikroskopu a rastrovacieho elektrónového mikroskopu. Medzi významné databázy morfologických znakov peľu patri:

- PalDat je palynologická databáza spravovaná členmi Oddelenia štruktúrálnej a funkčnej botaniky (Katedra botaniky a výskumu biodiverzity, Viedenská univerzita) <https://www.paldat.org/>

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

- CUPOD – Palynologická online databáza Cambridgeskej univerzity. Tento zdroj je zameraný predovšetkým na štúdium fosílného peľu a spór.
<https://www.quaternary.group.cam.ac.uk/pollen/>
- Európska peľová databáza (EPD),
<http://www.europeanpollendatab...> <https://epdweblog.org/>
- Česká kvartérna palynologická databáza (PALY CZ) je sprístupnená pre vedeckú komunitu na Katedre botaniky, Prírodovedeckej fakulty Karlovej univerzity v Prahe,
<https://botany.natur.cuni.cz/palycz/about.php>
- ISEM Referenčná palynologická databáza (POLLEN),
<https://www.data.gouv.fr/en/datasets/?q=Malus+&sort=-followers>
- Globálny peľový projekt – Otvorená platforma pre identifikáciu peľu,
<https://globalpollenproject.org/>

1.3. Vplyv klimatických zmien a iných faktorov na kvitnutie druhov a produkciu peľu

Mnohé poznatky výskumných štúdií z posledných rokov dokumentujú nárast problémov biologického charakteru z problematiky fenológie, kvitnutia, opel'ovacieho a oploďnovacieho procesu a produkcie peľu voľne rastúcich druhov ako aj poľnohospodárskych plodín. Tieto biologické problémy sa pripisujú klimatickým zmenám (Spinoni et al., 2018), biotickým a abiotickým faktorom pestovateľského prostredia, industrializácii krajiny, trvalým zánikom mnohých ekosystémov, uprednostňovaním pestovania ekonomicky výhodných poľnohospodárskych plodín, nadmernej aplikácii agropesticídov a iných chemických prostriedkov v domácnostiach a znečisťovaním životného prostredia aj z iných zdrojov.

Počas posledných desaťročí sa klíma v Európe dramaticky zmenila (IPCC, 2021). Tieto zmeny sa prejavujú vyššími teplotami (IPCC, 2013) a posunmi v období zrážok, čo často znamená zvýšenie frekvencie a trvania sucha, a to hlavne v Južnej a Strednej Európe (Spinoni et al., 2018). V suchých obdobiach majú rastliny zvýšenú evapotranspiráciu vplyvom pretrvávajúcich vyšších teplôt (Feng a Fu, 2013). Populácie voľne rastúcich rastlín sa na tieto stresujúce podmienky prostredia budú musieť postupne adaptovať (Anderson et al., 2012). Niektoré druhy budú vystavené zvýšenému riziku lokálneho vyhynutia alebo obmedzenia ich populácií (Urban, 2015).

V priebehu posledných dvoch desaťročí narastajúci počet štúdií dokazuje, že populácie rastlín reagujú na klimatické zmeny posunom ich fenológie prostredníctvom fenotypovej plasticity (Primack et al., 2004; Panchen et al., 2012) alebo prostredníctvom adaptívnej evolúcie (Hofmann a Sgrò, 2011; Metz et al., 2020). Existujú presvedčivé dôkazy ktoré potvrdzujú, že rastliny posúvajú svoju fenológiu smerom ku skoršiemu kvitnutiu, aby sa vyhlili suchým obdobiam (Franks et al., 2007; Nevo et al., 2012). Vplyv faktorov prostredia na fenológiu druhov potvrdili viacerí autori (Schwartz et al., 2006; Tang et al., 2016). Na základe poznatkov sa predpokladá, že vyššie teploty a častejšie suchá ovplyvňujú načasovanie fenologických udalostí v populáciách rastlín, ale aj mnohé

interakcie medzi rastlinami a živočíchmi, včelstvami a opel'ovačmi (Chmielewski et al., 2004; Tang et al., 2016).

V konečnej miere sa tieto biologické zmeny prejavujú aj na produkcii peľu a nektáru. Adekvátne zdroje nektáru a peľu sú veľmi dôležité pre udržanie životaschopnosti a zdravia včiel. Avšak nedostatok oboch prírodných zdrojov a kvalita peľu a nektáru môže viesť k zníženiu počtu včelstiev a ostatných opel'ovačov, ktoré ich zbierajú (Lau et al., 2019). Obmedzená dostupnosť kvitnúcich zdrojov rastlín pre včely môže ovplyvniť ich produkciu a produktivitu, čo je nepriaznivé pre chov včiel, ale aj pre zabezpečenie opel'ovacieho procesu včelami a inými opel'ovačmi (Tulu et al., 2020). Z uvedeného dôvodu priebežný monitoring analýzy peľu v mede a iných včelích produktoch pomáha spoznávať distribúciu a početnosť zdrojov potravy v rôznych regiónoch pre včelstvá a opel'ovačov, čo súčasne umožňuje posúdiť aj potenciál tejto oblasti pre produkciu medu a iných včelích produktov pre komerčné využitie (Sahney et al., 2018).

Slovensko má rozmanité agroekologické a klimatické podmienky, ktoré sú vhodné na chov včiel. Viac ako 3 124 vyšších rastlín na Slovensku rozšírených v rôznych agroekologických zónach a pestovateľské plochy poľnohospodárskych plodín tvorí základ pastvy pre včelstvá a ostatné opel'ovače Chlebo (2022).

Rastlinné druhy sú však špecificky rozšírené regionálne, ako aj v rôznych klimatických zónach, čo sa špecificky eviduje v kalendároch kvitnúcich rastlín. Preto identifikácia zdrojov nektáru a peľu je nevyhnutná pre rozvoj včelárstva. Kalendáre kvitnúcich druhov, a tým aj zdrojov zobrazujú postupnosť kvitnutia rôznych rastlín v určitej oblasti s cieľom identifikovať primárne obdobia kvitnutia a obdobia nedostatku. Tieto informácie môžu byť použité aj na zabezpečenie organizovaného pestovania vhodných rastlín, ktoré môžu vyplniť medzery v období s obmedzeným kvitnutím voľne rastúcich druhov alebo poľnohospodárskych plodín (Tura a Admassu, 1978).

Kvalitná produkcia peľu, ktorý je základom pre reprodukciu každého druhu je závislá okrem iného aj od podmienok počas kvitnutia (Austen et al., 2017) a to od teploty, dostupnosti vody, živín a svetla (Ehrlén, 2015). Na proces kvitnutia má vplyv aj interakcia s ich opel'ovačmi a inými tzv. konkurenčnými druhmi rastlín, ktoré kvitnú v tom istom období (Elzinga et al., 2007). Pri mnohých druhoch rastlín je úroda semien a plodov priamo závislá od produkcie životaschopného peľu a dostatočnou návštevnosťou opel'ovačov počas kvitnutia (Garibaldi et al., 2013). Existuje skupina rastlín, ktoré nie sú pre opel'ovačov lákavé a to z dôvodu nízkej produkcie menej kvalitného peľu alebo nektáru, čo sa prejavuje znížením miery ich návštevnosti opel'ovačmi (Mosquin, 1971).

Výskumné štúdie tejto problematiky potvrdzujú, že rastlinné druhy môžu do určitej miery zmierniť negatívne účinky nízkej návštevnosti opel'ovačov predĺžením ich obdobia kvitnutia, čo zvyšuje pravdepodobnosť návštevy opel'ovačov. V ostatných rokoch sa ale zistilo, že vysoké teploty v období kvitnutia môžu výrazne blokovat' samotné predlžovanie kvitnutia (Arroyo et al., 2013).

Ak sa rastliny nedokážu prispôsobiť nízkej návštevnosti opel'ovačov, konkurencia opel'ovačov by mohla prinútiť slabé konkurenčné rastliny, aby posunuli svoju fenológiu kvitnutia do obdobia s menšou konkurenciou (Mosquin, 1971).

Možnosti pre rastlinné druhy posunúť obdobie kvitnutie do obdobia s menej konkurenčnými rastlinami, sú však obmedzené dostupnosťou opel'ovačov (Jensen et al., 2019) a vhodnými teplotami pre kvitnutie s produkciou vitálneho peľu (Thomson, 2010). V literárnych zdrojoch je pomerne málo prezentovaných poznatkov o interakcii vplyvu vysokých teplôt, dostupnosti opel'ovačov a konkurencie súčasne kvitnúcich rastlín a výsledný reprodukčný výsledok rastlinných druhov.

Pri skoro kvitnúcich rastlinách nie je problém rizika nízkej dostupnosti opel'ovačov a účinku nízkych teplôt. Tieto druhy majú výhodu začiatku kvitnutia v neprítomnosti súčasne kvitnúcich rastlín, a teda v neprítomnosti medzidruhovej konkurencie pre opel'ovače počas určitého časového obdobia kvitnutia. Štúdie orientované na skoro kvitnúce rastliny v lesoch a subalpínskych pastvinách potvrdili, že prvé kvety mali v porovnaní s neskoršími kvetmi zníženú násadu semien alebo plodov (Kudo a Ida, 2013; Mahoro, 2002).

Na biológiu kvitnutia rastlín, a tým aj produkciu peľu významne vplýva aj urbanizácia. Fenologické zmeny spojené s urbanizáciou a v spojitosti aj s globálnymi klimatickými zmenami boli pozorované po celom svete v migrácii vtákov, rozmnožovaní obojživelníkov, pri olistení a kvitnutí rastlín a vývoji článkonožcov (Grimm et al., 2008; Neil et al., 2010). Významné rozdiely v zmene kvitnutia tých istých druhov rastlín v mestských oblastiach v porovnaní s vidieckymi oblasťami boli zaznamenané v západnej Európe (Mimet et al., 2009), Číne (Lu et al., 2006) a Severnej Amerike (Primack et al., 2004). Autori týchto štúdií odôvodňujú vzniknuté zmeny vo fenológii kvitnutia účinkom vyšších teplôt podmienených tzv. efektom mestského tepelného ostrova. Honour et al. (2009) študoval aj vplyv znečistenia v mestských ekosystémoch z hľadiska vplyvu na fenológiu kvitnutia rastlín (Neil a Wu, 2006).

Viacerí autori z rôznych krajín získali tiež veľmi cenné poznatky o vplyve urbanizácie a globálnych klimatických zmenách na včelstvá a opel'ovače (Cane et al., 2006, Pauw 2007).

1.4. Produkcia peľu rastlinami a v ekosystémoch

Na predpovedanie množstva a kvality výživových zdrojov dostupných pre včelstvá a opel'ovače v rôznych krajinách, v rôznych regiónoch a mikroregiónoch je potrebné poznať údaje o fenológii kvitnutia rastlín, produkcii peľu a nektáru z rastlinných druhov a jednotky plochy. Podobné údaje sú potrebné na odhadnutie prínosu rastlín k fungovaniu potravinového reťazca prostredníctvom toku energie a živín cestou pôda – rastlina – nektár/peľ – výživa včelstiev/opel'ovačov – produkcia medu a včelích peľových obnôžok – spotrebiteľ. Vo svete je už viacero krajín, v ktorých sa niektoré inštitúcie orientujú výskumne, prakticky a komerčne na spoznanie a riešenie danej problematiky, a tým významne prispievajú aj k riešeniu uchovania a využívania včelstiev a ostatných opel'ovačov.

Z celosvetového hľadiska sú poznatky o tejto problematike ešte stále nedostatočné a roztrieštené. Preto možno vysoko pozitívne hodnotiť prístup medzinárodného výskumného kolektívu z Jagelovskej univerzity v Krakove, Univerzity prírodných vied

v Lubline a Egejskej University z Grécka, ktorý vytvorili z danej problematiky prvú medzinárodnú databázu (Filipiak et al., 2022). V databáze sú už k dispozícii údaje zo 103 parametrov z fenológie, produkcie peľu, nektáru, medu a ich obsahu sacharidov z 1 612 rôznych druhov rastlín, ktoré patria do 755 rodov a 133 čeladi, vrátane plodín a voľne rastúcich rastlín, letničiek a trvaliek, rastlín opelovaných zvieratami a vetrom, burín a stromov, ktoré rastú v rôznych ekosystémoch v rôznych podmienkach prostredia. Tieto údaje sú reprezentatívne pre celý kontinent a možno ich použiť ako referenciu pre rastlinné spoločenstvá vyskytujúce sa na iných kontinentoch ako je Európa, pretože databáza umožňuje zvážiť rozdiely v produkcii zdrojov jedným rastlinným druhom rastúcim v rôznych spoločenstvách. Tento súbor údajov poskytuje jedinečnú príležitosť na testovanie hypotéz týkajúcich sa fungovania potravinových sietí, kolobehu živín, ekológie rastlín a ekológie, výživy a ochrany opelovačov (Filipiak et al., 2022).

Získať reálne údaje a poznatky o počte a hmotnosti peľových zŕn z tyčinky, kvetu, súkvetia a celej rastliny pre jednotlivé druhy rastlín je veľmi zložitá z hľadiska metodického, technického a časového. Napriek danej skutočnosti existuje v dostupných literárnych zdrojoch veľký počet vedeckých štúdií, ktoré poskytujú mnoho zaujímavých a hlavne potrebných informácií a poznatkov aj z praktického hľadiska, a to od množstva peľu v ovzduší a jeho kvalite a význame pre opelovací proces anemofilných, a entomofilných druhov rastlín, o zdrojoch výživy pre včelstvá a pre iné účely (Ivanov a Pribilova 2006).

V predloženej publikácii nie je táto problematika objektom štúdia, ale s prezentovanou problematikou veľmi úzko súvisí. Na jednej strane je záujmom včelárskej verejnosti zvyšovať počet včelstiev v každej krajine z dôvodu zabezpečenia opelovacieho procesu rastlín a súčasne zvýšenia produkcie včelích produktov, čo je nevyhnutné pre sociálno-ekonomické zabezpečenie včelárov a ich rodín. Na druhej strane sa vplyvom mnohých civilizačných faktorov znižujú zdroje rastlín pre zabezpečenie produkcie peľu a nektáru pre narastajúci počet včelstiev a iných opelovačov.

Z uvedeného dôvodu uvádzame len niekoľko príkladov, ktoré dokumentujú jej rozsiahlosť a zložitosť. Súčasne poskytujú určitý obraz hlavne o výrazných rozdieloch medzi rastlinnými druhmi v produkcii peľu, ktorý sa dostáva nielen do ovzdušia, ale aj do medov a ostatných včelích produktov.

Význam problematiky produkcie základných zložiek výživy včelstiev, a to peľu a súčasne aj nektáru je možné názorne dokumentovať a analyzovať na základe poznatkov získaných kolektívom autorov Vidal et al. (2006) pri tekvici obyčajnej (*Cucurbita pepo*). Zistili, že celková denná produkcia nektáru nebola ovplyvnená pravidelným odoberaním nektáru niekoľkokrát denne. Produkcia počtu peľových zŕn sa porovnaním dvoch hodnotených rokov výrazne nelíšila. V jednom kvete sa vytvorilo v priemere $43\,669 \pm 1\,382$ peľových zŕn. Najvyšší počet samčích a samičích kvetov bol zistený od 60 do 66 dní po výsadbe priesad s vytvorením 34,6 samčích kvetov a 2,2 samičích kvetov na jednej rastline. Tekvica obyčajná poskytuje aj svojou produkciou nektáru potenciál na

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

produkcii medu a peľu, a to asi 105 kg medu a 160 kg peľu na hektár za sezónu, čo postačuje na udržanie najmenej piatich kolónií včiel medonosných.

Produkcii peľu z jedného kvetu je pri tekvici obyčajnej vyššia ako pri d'ateline (*Trifolium pratense* L.), a to v počte 267–554 peľových zŕn (Szabo a Najda, 1985), pri hruške (*Pyrus communis* L.) 400 – 7 000 peľových zŕn (Stanley a Linskens, 1974), pri jabloni (*Malus* spp. 'Fuji') s 36 445 peľovými zrnami (Dall'Orto et al., 1985) a nižšia ako pri mučenke (*Passiflora edulis* Sims) s 153 674 peľovými zrnami.

Počet peľových zŕn pri tekvici obyčajnej (odroda Howden) určených Vidalim et al. (2006) sa viac menej zhodoval s výsledkami pri tekvici obyčajnej (odroda Wizard), ktoré určil Cady (1993), a to 42 400 peľových zŕn v jednom kvete. Free (1993) pri štúdiu iných odrôd tekvice obyčajnej zistil produkciu peľových zŕn v jednom kvete v rozpätí 10 000–11 000 zŕn.

Počet peľových zŕn pri tekvici obyčajnej (odroda Howden) určených autormi Vidal et al. (2006) sa viac menej zhodoval s výsledkami pri tekvici obyčajnej (odroda Wizard), ktoré určil Cady (1993), a to 42 400 peľových zŕn v jednom kvete. Free (1993) pri štúdiu iných odrôd tekvice obyčajnej zistil produkciu peľových zŕn v jednom kvete v rozpätí 10 000–11 000 zŕn.

Tieto výsledky potvrdzujú, že produkcia peľu v kvetoch sa líši medzi druhmi a môže sa líšiť medzi odrodami v rámci toho istého druhu. Tieto závery potvrdzujú aj Beri a Anand (1971), ktorí porovnávali 22 odrôd pšenice a určili odchýlku od 581 do 2 153 zŕn.

Ak vezmeme do úvahy, že jedno peľové zrno *C. pepo* má hmotnosť $1,068 \cdot 10^{-6}$ g (Stanley a Linskens, 1974), potom jeden kvet dokáže vyprodukovať 0,047 g peľu. Podľa Hodgesa (1952) potrebuje včelstvo na normálny vývin 20 až 30 kg peľu ročne. V prípade tekvice by na produkciu 30 kg peľu bolo potrebných 638 298 kvetov. Každá rastlina tekvice vyprodukuje počas životného cyklu v priemere 205 samčích kvetov. V tomto prípade by bolo potrebných 3 114 rastlín, 638 298 kvetov (alebo 30 kg peľu). Pri použitej hustote rastlín ($16\,666$ rastlín ha^{-1}) by jeden hektár mal dostatok kvetov na produkciu 160 kg peľu, čo by potenciálne poskytlo potravu pre päť včelstiev na jeden rok. Tieto aspekty produkcie nektáru a peľu sú dôležité pre medotvorný potenciál *C. pepo* včelami a ďalší výskum povedie k lepšiemu pochopeniu vzťahu včiel a kvetov *C. pepo* (Vidal et al. 2006).

Pri štúdiu produkcie peľových zŕn autori uvádzajú produkciu na jeden kvet (Vidal et al., 2006) alebo jednu tyčinku, čo dokumentujú aj prezentované výsledky z porovnania niektorých druhov rastlín v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Priemerný počet peľových zŕn v peľniciach tyčiniek niektorých druhov rastlín podľa literárnych údajov (Subba Reddi a Reddi, 1986)

Druhy rastlín	Počet peľových zŕn v peľnici	Autori
<i>Avena sterilis</i> L.	2 300	Agnihotri a Singh (1975)
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1 300	Smart et at. (1979)
<i>Hordeum vulgare</i> L.	2 410	Agnihotri a Singh (1975)
<i>Lolium perenne</i> L.	5 400	Smart et at. (1979)
<i>Secale cereale</i> L.	19 000	Pohl (1937)
<i>Chenopodium album</i> L.	133	Nair a Rastogi (1963)
<i>Helianthus annuus</i> L.	3 508	Janaki Bai a Subba Reddi (1980)
<i>Morus alba</i> L.	23 388	Nair a Rastogi (1963)

Pomerne rozsiahle a náročné štúdium zamerané na produkciu peľu pri rôznych druhoch rastlín dopestovaných na dvoch lokalitách uskutočnila Severova (2022), čo dokumentujú niektoré výsledky z jej práce prezentované v tabuľke 3. Výsledky jednoznačne dokumentujú rozdiely medzi druhmi, ako aj určité rozdiely medzi lokalitami vo všetkých hodnotených znakoch. Výsledky v tabuľke súčasne poskytujú určitý obraz o systéme výpočtov potenciálu rastlín v produkcii peľových zŕn.

V ďalšej štúdií sú prezentované výsledky s údajmi poskytnutými inými autormi s ohľadom na počet peľových zŕn v kvetoch raže siatej a brezy bradavičnatej. Oba druhy patria medzi entomofilné druhy. Podľa údajov z literatúry jeden kvet *Betula verrucosa* vyprodukuje 20 145 peľových zŕn, zatiaľ čo druh *Secale cereale* 57 310. Počet peľových zŕn produkovaných súkvetím sa odhaduje na 5 450 000 pri druhu *Betula verrucosa* a pri *Secale cereale* 4 250 000 (Maurizio a Graf, 1969). Podobný počet peľových zŕn na súkvetie raže v počte 4 200 000 stanovil aj De Vries (1971). Autor súčasne poukazuje na značnú variabilitu v počte peľových zŕn produkovaných medzi druhmi rovnakého rodu a dokonca aj medzi odrodami z jedného druhu (De Vries, 1971).

Pri štúdiu produkčného potenciálu v počte a hmotnosti peľových zŕn využívajú mnohí autori aj ďalšie ukazovatele ako je veľkosť, dĺžka tyčiniek a počet vytvorených peľových zŕn na dĺžku jedného milimetra peľnice. Uvedenú metódu použili Agnihotri a Singh (1975) na určenie počtu peľových zŕn pri raži siatej (*Secale cereale*). V jednotlivých peľniciach zistili v priemere okolo 13 000 peľových zŕn a na dĺžku jedného milimetra zaznamenali od 700 do 1 200 peľových zŕn.

Tabuľka 3 Produkcia peľu, dĺžka peľnice a priemer peľových zŕn uvedených druhov (R – Ryazan, M – Moskva) (Severova, 2022)

Druhy	Produkcia peľu na peľnicu	Počet kvetov v klásku	Počet kláskov v súkvetí	Dĺžka peľnice (mm)	Priemer peľového zrna (μm)
<i>Bromus inermis</i> (M)	3 287±213 (14,2)	5,2±0,3 (17,6)	42±6,9 (35,2)	5,67±0,29 (12,3)	38,84±1,48 (8,35)
<i>Bromus inermis</i> (R)	3 082±446 (30,9)	6,6±0,3 (17,4)	35±5,3 (32,9)	4,7±0,3 (13,4)	47,52±1,44 (6,49)
<i>Dactylis glomerata</i> (M)	3 505±411 (25,8)	2,6±0,3 (23,5)	180±19,5 (23,1)	2,55±0,12 (11,3)	30,56±1,2 (8,45)
<i>Dactylis glomerata</i> (R)	3 040±308 (21,7)	3,5±0,3 (27,8)	211±36,4 (36,9)	2,53±0,21 (17,9)	38,6±2,19 (12,45)
<i>Elymus repens</i> (M)	3 980±441 (24,3)	4,3±0,2 (22,4)	19±1,5 (16,9)	5,05±0,3 (13,5)	32,87±0,84 (5,91)
<i>Elymus repens</i> (R)	3 815±244 (13,6)	4,7±0,2 (16)	16±1,6 (20,3)	4,08±0,45 (25)	33,23±0,82 (5,98)
<i>Festuca pratensis</i> (M)	4 988±596 (25,5)	4,8±0,4 (29,9)	28±3,9 (29,7)	3,36±0,2 (12,5)	31,04±1,19 (9,72)
<i>Festuca pratensis</i> (R)	4 412±365 (17,7)	7,3±0,4 (19,7)	34±5,9 (37,3)	3,04±0,31 (22,5)	31,21±1,44 (9,83)
<i>Lolium perenne</i> (M)	4 949±535 (22,4)	6,5±0,3 (20,7)	17±0,8 (13,9)	4,27±0,24 (12,6)	34,01±1,06 (6,68)
<i>Lolium perenne</i> (R)	5 329±399 (16)	6,5±0,3 (19,3)	17±0,9 (11,2)	3,11±0,37 (25,4)	42,63±2,56 (12,84)
<i>Phleum pratense</i> (R)	1 737±138 (17)	1±0 (0)	1 360±360,4 (56,6)	1,67±0,09 (14,8)	31,72±1,32 (9,17)

Vysvetlivky: Hodnoty aritmetického priemeru, stredná chyba priemeru, variačný koeficient v %.

Ivanov a Pribilova (2006) vo svojej monografii sústredili rozsiahle poznatky zo štúdia produkcie peľových zŕn pri rôznych druhoch rastlín, ktoré získali mnohé výskumné kolektívy z botanických záhrad, výskumných a univerzitných pracovísk bývalého Sovietskeho zväzu a terajšej Ruskej federácie. V tabuľke 4 je prezentovaná produkcia peľu pri niektorých anemofilných a entomofilných druhoch rastlín.

Tabuľka 4 Produkcia peľu vybraných druhov rastlín

Rastlinný druh	Počet kvetov na rastline (ks)	Produkcia peľu (mg) z	
		peľnice	rastliny
<i>Anthoxanthum odoratum</i> , A	66,7±5,86	0,2±0,02	30,9±1,17
<i>Poa pratensis</i> , A	449,2±13,67	0,04±0,00	51,5±3,93
<i>Dactylis glomerata</i> , A	1 625,4±122,10	0,1±0,01	580,5±30
<i>Bromopsis inermis</i> , A	264,9±25,95	0,4±0,03	291,8±17
<i>Festuca pratensis</i> , A	147,6±10,73	0,1±0,01	61,1±4,38
<i>Agrostis stolonifera</i> , A	505,9±75,71	0,02±0,00	31,7±2,35
<i>Gagea minima</i> , E	2,7±0,14	0,5±0,04	2,5±0,16
<i>Polygonatum multiflorum</i> , E	20,0±1,77	0,4±0,02	44,0±2,17
<i>Polygonum bistorta</i> , E	128,6±7,59	0,01±0,00	8,0±0,74
<i>Rumex acetosa</i>	451,4±38,32	0,2±0,01	542,4±33
<i>Lathyrus vernus</i> , E	14,7±1,02	0,1±0,01	12,9±0,76
<i>Vicia sepium</i> , E	11,7±1,08	0,1±0,01	8,0±0,55
<i>Vicia cracca</i> , E	156,6±10,43	0,01±0,00	16,1±1,44
<i>Vicia angustifolia</i> , E	13,4±1,08	0,02 0,00	2,9±0,20
<i>Lotus corniculatus</i> , E	40,0±3,86	0,04±0,2 00	16,6±1,11
<i>Lathyrus pratensis</i> , E	26,9±2,48	0,01±0,4 00	8,3±0,62
<i>Trifolium repens</i>	47,2±2,77	0,01±0,7 00	4,3±0,40
<i>Trifolium pratense</i> , E	193,3±7,88	0,01±0,1 00	17,3±1,48
<i>Trifolium hybridum</i> , E	234,2±6,21	0,01±0,1 00	24,7±2,04
<i>Trifolium aureum</i> , E	838,4±32,70	0,001± 0,0	8,1±0,49
<i>Trifolium medium</i> , E	208,1±11,48	0,01±0,001 00	22,5±1,90
<i>Trifolium arvense</i> , E	214,6±6,21	0,001± 0,0	1,1±0,10
<i>Galega orientalis</i> , E	526,5±46,97	0,03±0,001 00	168,3±12
<i>Pulmonaria obscura</i> , E	14,4±0,74	0,2±0,01	12,1±0,79
<i>Symphytum officinale</i> , E	102,2±7,98	0,4±0,02	221,0±7,5
<i>Echium vulgare</i> , E	470,1±25,61	0,2±0,02	367,6±221,00
<i>Rhinanthus angustifolius</i> , E	7,5±0,51	0,7±0,03	20,7±0,64
<i>Melampyrum nemorosum</i> , E	22,2±1,38	0,3±0,01	29,0±0,77
<i>Linaria vulgaris</i> , E	23,8±2,30	0,5±0,04	47,0±2,32
<i>Euphrasia stricta</i> , E	55,3±5,06	0,04±0,00	6,7±0,56
<i>Odontites vulgaris</i> , E	50,1±4,73	0,1±0,01 3	11,3±0,80
<i>Cichorium intybus</i> , E	990,3±18,84	0,1±0,002	286,2±7,9
<i>Taraxacum officinale</i> , E	144,9±9,30	0,03±0,00	22,5±1,95
<i>Centaurea jacea</i> , E	1 750,9±100,67	0,2±0,01 3	1329,9±6
<i>Vicia angustifolia</i> , E	13,4±1,08	0,02 0,00	2,9±0,20

Vysvetlivky: A - anemofilné druhy rastlín, E - entomofilné druhy rastlín

V tabuľke 5 sú uvedené výsledky získané z rozsiahleho štúdia produkcie peľu z jedného konkrétneho prírodného ekosystému (Rudnyanskaya, 1982), na ktorom určila počty jednotlivých druhov rastlín na jednom metri štvorcovom a súčasne po prepočtoch vypočítala produkciu peľu z uvedených rastlinných druhov na jeden hektár. Prezentované údaje dokazujú významné rozdiely medzi druhmi, a pritom takýto prírodný ekosystém predstavuje vynikajúcu pastvu pre včelstvá (Ivanov a Pribilova, 2006).

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

Tabuľka 5 Porovnanie produkcie peľu niektorých rastlinných druhov z vybraného ekosystému (Rudnyanskaya, 1982)

Rastlinný druh	Počet rastlín na m ²	Produkcia peľu (kg/ha)
1. <i>Echium vulgare</i> , E	7,7±3,51	28,1±12,54
2. <i>Matricaria perforata</i> , E	1,8±1,01	5,9±2,88
3. <i>Achillea nobilis</i> , E	28,6±10,42	13,0±3,80
4. <i>Vicia angustifolia</i> , E	1,8±0,52	0,1±0,06
5. <i>Trifolium pratense</i> , E	0,3±0,09	0,01±0,006
6. <i>Trifolium arvense</i> , E	0,5±0,43	0,01±0,001
7. <i>Trifolium hybridum</i> , E	0,1±0,01	0,5±0,09
8. <i>Viola tricolor</i> , E	2,1±1,95	0,2±0,15
9. <i>Stellaria graminea</i> , E	0,3±0,17	0,003±0,002
10. <i>Agrostis stolonifera</i> , A	0,3±0,19	0,1±0,05
11. <i>Potentilla argentea</i> , E	0,3±0,15	0,1±0,01
12. <i>Potentilla intermedia</i> , E	0,4±0,30	0,2±0,13
13. <i>Cerastium triviale</i> , E	0,8±0,26	0,01±0,008
14. <i>Chamerion angustifolium</i> , E	1,9±1,67	32,7±24,89
15. <i>Leucanthemum vulgare</i> , E	0,9±0,50	0,5±0,35
16. <i>Festuca pratensis</i> , A	1,4±1,14	0,9±0,67
17. <i>Hypericum perforatum</i> , E	1,0±1,07	4,1±2,57
Spolu:	50,2±29,60	102,4±29,54
z toho anemofilných	1,7±1,32	1,0±0,82
z toho entomofilných	48,5±20,92	101,4±28,71

Vysvetlivky: A – anemofilné druhy rastlín, E – entomofilné druhy rastlín

Tabuľka 6 Porovnanie vybraných druhov rastlín z čeľade Fabaceae (Rudnyanskaya, 1982)

Rastlinný druh	Produkcia peľu (mg)		Druhy rastlín	Produkcia peľu (mg)	
	Objekt	Hmotnosť		Objekt	Hmotnosť
<i>Genista tinctoria</i> L.	kvet	0,97	<i>Vicia cracca</i> L.	kvet	0,6
	rastlina	4,37 – 4,85		rastlina	2,2 – 3,1
<i>Cytisus ruthenicus</i> Fisch.	kvet	2,3	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	kvet	1,51
	rastlina	475 – 637		rastlina	30,2 – 136
<i>Ononis arvensis</i> L.	kvet	1,17	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desv.	kvet	0,08
	rastlina	6400		súkvetie	2,4 – 5,6
<i>Lotus corniculatus</i> L.	kvet	0,76	<i>Trifolium repens</i> L.	kvet	0,34
	rastlina	113		súkvetie	19,3 – 9,2
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	kvet	20,96	<i>Coronilla varia</i> L.	kvet	0,53
	rastlina	17,9 – 9,8		súkvetie	13,8 – 15,9
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	kvet	1,72	<i>Medicago sativa</i> L.	kvet	0,8
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	kvet	1,77	<i>Melilotus albus</i> Desv.	kvet	0,083
	rastlina	4,3			
<i>Astragalus virgatus</i> Pall.	kvet	1,11	<i>Astragalus rupifragus</i> Pall.	kvet	30,22
	rastlina	460			
<i>Astragalus albicaulis</i> DC.	kvet	1,54	<i>Astragalus macropus</i> Bge.	rastlina	67,8
	rastlina	318,8			

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

V tabuľke 6 sú uvedené výsledky produkcie peľových zŕn vybraných druhov z čeľade bôbovité (Fabaceae), a to v hmotnosti na jeden kvet a rastlinu (Ivanov a Pribilova, 2006).

Tabuľka 7 Porovnanie niektorých rastlinných druhov s rozdielnym počtom tyčiniek v kvetoch a produkciou peľu

Rastlinný druh	Počet na rastline (ks)		Produkcia peľu (mg) z	
	kvetov	peľníc	peľnice	rastliny
Ranunculaceae				
<i>Anemone ranunculoides</i> , E	1,5±0,09	50,5±3,99	0,1±0,01	9,1±0,52
<i>Ficaria verna</i> , E	1,2±0,12	36,1±2,35	0,5±0,03	20,7±1,19
<i>Caltha palustris</i> , E	16,5±1,16	110,1±7,03	0,2±0,01	403,0±21,3
<i>Ranunculus auricomus</i> , E	5,9±0,51	43,8±3,84	0,2±0,01	42,1±2,06
<i>Ranunculus acris</i> , E	31,0±2,51	63,1±4,56	0,2±0,02	356,2±22,4
<i>Ranunculus repens</i> , E	9,9±0,75	63,9±2,91	0,3±0,02	165,0±9,27
Euphorbiaceae				
<i>Mercurialis perennis</i> , A	152,7±13,2	8,4±0,38	0,01±0,002	13,9±1,55
Hypericaceae				
<i>Hypericum maculatum</i> , E	40,9±3,44	80,7±5,47	0,1±0,004	147,3±8,85
<i>Hypericum perforatum</i> , E	126,4±9,98	72,6±11,50	0,04±0,01	397,4±30,8
Rosaceae				
<i>Geum rivale</i> , E	4,1±0,23	135,2±9,85	0,2±0,01	86,6±4,61
<i>Filipendula vulgaris</i> , E	132,9±10,7	49,1±3,56	0,1±0,006	442,6±28,0
<i>Alchemilla gracilis</i> , E	261,9±21,3	4,1±0,10	0,01±0,001	8,4±0,69
<i>Fragaria vesca</i> , E	4,3±0,22	19,0±0,69	0,1±0,03	6,1±0,47
<i>Potentilla argentea</i> , E	45,6±4,32	17,9±0,93	0,04±0,003	28,2±2,17
<i>Potentilla intermedia</i> , E	53,7±5,05	16,5±1,15	0,03±0,002	28,1±1,32

Vysvetlivky: A – anemofilné druhy rastlín, E – entomofilné druhy rastlín

Tabuľka 8 Porovnanie niektorých ruderálnych rastlinných druhov v produkcii peľu (Rudnyanskaya, 1982)

Hmotnosť peľu zo 100 tyčiniek			
Rastlinný druh	(mg)	Rastlinný druh	(mg)
<i>Potentilla bifurca</i> L.	176	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	49
<i>Clycyrrhiza glabra</i> L.	67	<i>Carduus uncinatus</i> Bieb.	25
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	151	<i>Onopordum acanthium</i> L.	23
<i>Phlomis tuberosus</i> L.	100	<i>Echium vulgare</i> L.	118
<i>Stachys palustris</i> L.	70	<i>Tragopogon orientalis</i> L.	32
<i>Sisymbrium volgense</i> Bieb. ex Fourn.	113	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	115
<i>Lepidium draba</i> (L.) Desv.	25	<i>Senesio jacobaea</i> L.	16
<i>Coronilla varia</i> L.	53	<i>Delphinium consolida</i> L.	107
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	78	<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	87
<i>Ornithogalum qussonei</i> Ten.	179	<i>Sinapis arvensis</i> L.	70
<i>Verbascum phoeniceum</i> L.	146	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L. Medik.	19,7
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	20	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	29

Zaujímavé výsledky sú uvedené v tabuľke 7, ktorá uvádza porovnanie produkcie peľových zŕn z peľnice a jednej rastliny pri druhoch s rozdielnym počtom tyčínok v kvetoch. Výsledky nepriamo dokazujú, že medzi počtom tyčínok v kvete a produkciou peľu v kvetoch nie je vždy lineárna závislosť (Ivanov a Pribilova, 2006).

V tabuľke 8 sú uvedené výsledky porovnania tzv. ruderálnych druhov rastlín v produkcii peľových zŕn zo 100 odobratých tyčínok (Rudnyanskaya, 1982). Tieto druhy rastlín tvoria taktiež významné zdroje pre pastvu včiel.

1.5. Palynológia

Hlavný pokrok v palynológii umožnila elektrónová mikroskopia s dvoma typmi mikroskopov – TEM (transmisný elektrónový mikroskop) a SEM (skenovací, či rastrovací elektrónový mikroskop), ktoré s vysokou rozlišovacou schopnosťou umožnili pozorovanie ultraštruktúry peľových zŕn a ich povrchu so šokujúcou vizualizáciou jednotlivých mikroštruktúrnych prvkov a ostatných morfologických znakov.

Existuje veľa metód a techník prípravy biologického materiálu a ich modifikácií podľa biologického objektu, z ktorých je potrebné použiť adekvátnu podľa zámerov štúdia a pozorovania (fixácia, dehydratácia, farbenie a iné úpravy peľu) v transmisnom elektrónovom mikroskope (TEM) alebo rastrovacom elektrónovom mikroskope, pri ktorom je príprava vzoriek menej náročná. Vysoká rozlišovacia schopnosť a značné zväčšenie, ktoré je možné dosiahnuť pri štúdiách v elektrónovom mikroskope oproti svetelnému mikroskopu stalo sa základným predpokladom pre získanie nových poznatkov o peľových zrnách.

Informácie o detailoch štruktúry steny peľového zrna získané pozorovaním v elektrónovom mikroskope sa vyskytujú do roku 1965 zriedkavo (Halbritter et al., 2018). SEM technika poskytla omnoho väčší impulz pre ďalší výskum v palynológii ako iné technické vymoženosti počas celej histórie tejto vedy (Blackmore, 1992). Využitie SEM v palynológii bolo kľúčovou inováciou pri detailnom štúdiu povrchu peľového zrna. Výhody SEM oproti TEM spočívajú v relatívne rýchlejšej a jednoduchejšej príprave vzoriek i neprekonateľnej hĺbke ostroty. SEM bola považovaná v elektrónovej mikroskopii za nesmierny skok (Hay a Sandberg, 1967). Prvé práce, v ktorých bol peľ pozorovaný pomocou SEM publikovali Erdtman a Dunbar (1966). Výrazné sú rozdiely v charaktere štúdií biologického objektu SEM a TEM, nakoľko tieto dva typy mikroskopov sú založené na odlišnom využití elektrónov, na prechádzajúcom toku elektrónov objektom (TEM) a odrážajúcom (SEM), na základe čoho TEM umožňuje sledovať ultraštruktúru peľového zrna a SEM štruktúru jeho povrchu.

V súčasnosti svetelná mikroskopia a dva hlavné typy elektrónovej mikroskopie sú stále vhodnou kombináciou zobrazovacích techník. Svetelná mikroskopia i naďalej zostáva ťažiskovou metódou (Reille, 1998), hoci mnohé diagnostické znaky na úrovni druhu nie sú pomocou tejto metódy pozorovateľné. Rozlišovaciu schopnosť na úrovni detailov skulptúry exiny má iba SEM (Harley a Ferguson, 1990).

Vo všeobecnosti je peľ ako haploidný samčí gametofyt preskúmaný stále nedostatočne v porovnaní s diploidnými časťami rastliny. Z asi 250 000 známych rastlinných druhov

bola preskúmaná približne iba desatina z hľadiska morfológie peľu a po anatomickej stránke dokonca ešte menej druhov (Halbritter et al., 2018).

Bez ohľadu na to, či bude palynológia v 21. storočí predovšetkým vedou základnou alebo vedou aplikovanou v iných vedných disciplínach, dôležitou úlohou bude vzostup poznatkov o peľových zrnách a v tomto kontexte aj uplatnenie správnej platnej terminológie, ktorú nájdeme vo Flóre Slovenska (Dostál et al., 1966).

1.6. Peľ a včelie peľové obnôžky

Včela medonosná (*Apis mellifera*) využíva peľ rastlín ako dôležitý zdroj výživy vzhľadom na obsah bielkovín, aminokyselín, tukov, minerálnych látok, vitamínov a biologicky aktívnych látok, ktoré sú špecifické pre jednotlivé druhy rastlín (Brodschneider et al., 2018). Včely zbierajú peľ z kvitnúcich rastlín rôznych druhov. Geniálnym spôsobom ho formujú do tzv. včelích peľových obnôžok. Nutričná kvalita včelích peľových obnôžok závisí od botanického pôvodu peľu (Manning, 2001). Peľové zrná všetkých druhov rastlín obsahujú uvedené základné výživové komponenty, ktorých obsah je rozdielny a špecifický pri jednotlivých rastlinných druhoch. Syntézu rozsiahlych poznatkov o biochemickom zložení kvetového a obnôžkového peľu uvádza Ostrolucká v publikácii Brindza a Brovarskyi (2010). Je známe, že za určitých okolností zber potravy (peľu, nektáru) včelami len z jedného rastlinného druhu (napríklad *Zea mays*) môže mať aj škodlivé dopady na vitalitu včelstva (Di Pasquale et al., 2016), a preto zistenie z akých druhov rastlín zbierajú včelstvá peľ môže poskytnúť pohľad na potrebu výživy a zdravia každého včelstva.

Pre určenie botanického pôvodu včelích peľových obnôžok, ktoré znášajú včely do úl'ov používajú včelári spravidla ich farbu (Kirk, 1994; Campos et al., 2021). Farbu peľových obnôžok posudzujú včelári prevažne len zrakom (Kirk, 1994; Brodschneider et al., 2021), špecialisti podľa katalógov farieb (Conti et al., 2016) alebo pomocou rôznych špeciálnych zariadení (Sipos et al., 2020).

Predpokladá sa, že farba včelích peľových obnôžok ilustrovaná tlačou (Conti et al., 2016) alebo bežne používané farebné tabuľky peľových obnôžok môže každý hodnotiteľ vidieť rovnakým spôsobom (Kirk, 2006), ale v skutočnosti to tak nie je. Vrodená nedostatočnosť farebného videnia (CVD; bežne označovaná ako farbosleposť) je prekvapivo časté postihnutie a až 9 % mužov a 2 % žien trpí nejakou formou CVD (Barry et al., 2017). Z uvedeného dôvodu je táto metóda pre hodnotenie botanického pôvodu včelích peľových obnôžok nevhodná a zavádzajúca.

1.7. Melisopalynológia

Melisopalynologickú metódu vypracovala, navrhla a schválila Medzinárodná komisia pre biológiu včiel v roku 1978 (Louveaux et al., 1978). Metóda bola uznaná v roku 2004 (von der Ohe et al., 2004) a používa sa vo všetkých európskych laboratóriách na analýzu a opis včelích medov a medových druhov (Persano Oddo a Piro, 2004).

Melisopalynológia sa zaoberá identifikáciou peľu v neupravenom mede. Analýza peľových zŕn prítomných v mede (Louveaux et al., 1978) je dôležitá pre určenie geografického a botanického pôvodu peľu v mede mikroskopickým pozorovaním

sedimentov medu. Každý rastlinný druh má svoj vlastný genetický kód a špecifickú štruktúru, ktorou je daná odlišnosť peľu jedného druhu od iného (Song et al., 2012; Panseri et al., 2013).

Louveaux et al. (1978) aplikoval kvantitatívne metódy, ktoré sú všeobecne akceptované v melisopalynológii pre stanovenie tried peľovej frekvencie na základe malého počtu peľových zŕn (100 – 300). Sommeijer et al. (1983) tiež použil frekvenčné triedy, ale s odlišnými intervalmi ako navrhli Louveaux et al. (1978) a ďalší.

Melisopalynologická analýza medu je presnejšia ako vizuálny prieskum pastvy včelstiev, ktorá je najdôležitejším faktorom rozvoja regionálneho včelárstva (Begum et al., 2021). Poskytuje tiež informácie o zdrojoch peľu a nektáru využívaných včelami v regióne na výrobu medu (Sekhar, 2000). Med môže byť jednokvetový alebo viackvetový. Jednokvetový med je vyrobený včelami prevažne z nektáru jedného rastlinného druhu, zatiaľ čo viackvetový med obsahuje peľ rôznych rastlinných druhov (Addi a Bareke, 2021).

Identifikácia zdrojov včelej pastvy a obdobia kvitnutia rastlín sú dôležité pre včelárstvo vo všetkých krajinách sveta z hľadiska zvýšenia produkcie medu (Zekarias et al., 2016). Nevyhnutné je posúdiť odlišnú agroekológiu, aby bola zabezpečená dostupnosť zdrojov pastvy pre včely a opel'ovačov a obdobie kvitnutia medonosných rastlín. Agroekológia konkrétnej lokality môže ovplyvniť dostupnosť zdrojov, obdobie kvitnutia a produkciu nektáru a peľu počas kvitnutia rôznych druhov rastlín.

Včelí med okrem veľkého počtu peľových zŕn obsahuje riasy a spóry húb najmä z rastlín, z ktorých včely zbierajú peľ, nektár a medovicu. Všetky uvedené aj ďalšie súčasti medu a ostatných včelích produktov súčasne poskytujú významné informácie aj o životnom prostredí oblasti, z ktorej med pochádza.

Okrem melisopalynologickej analýzy aj senzorická a fyzikálno–chemická analýza sa používajú súčasne na určenie a kontrolu geografického a botanického pôvodu medu (von der Ohe et al., 2004). Kombinácia senzorickej, fyzikálno–chemickej a mikroskopickej analýzy je široko akceptovaný spôsob kontroly pôvodu medov a iných včelích produktov v mnohých medzinárodných aj národných výskumných inštitúciách (Persano Oddo a Piro, 2004; Piana et al., 2004).

Metóda melisopalynologickej analýzy poskytuje aj základné informácie o hygienických aspektoch produkovaného včelieho medu, jeho kontaminácii minerálmi, prachom, sadzami a časticami škrobu (Louveaux et al., 1978), filtrácii, fermentácii (Russmann, 1998) a pokusoch falšovania včelieho medu (Kerkvliet et al., 1995).

Pred niekoľkými rokmi si výskumníci uvedomili, že melisopalynológiu možno použiť nielen na zistenie, či vzorka medu je jednokvetová alebo viackvetová, ale aj na pomerne presné určenie jej geografického pôvodu. Z uvedeného dôvodu mnohí výskumníci a výskumné inštitúcie začali presadzovať myšlienku zavedenia kvalitných medov s kontrolovaným geografickým označením (Ricciardelli D'Albore, 1998).

2. CIELE

Hlavným cieľom experimentálnych štúdií prezentovaných v predloženej publikácii bolo vytvoriť profesionálne podmienky pre potenciálne vytvorenie Národného programu pre realizáciu výskumnej a aplikovanej melisopalynológie na Slovensku, ktorou sa zatiaľ oficiálne nezaobera žiadna inštitúcia.

Pre splnenie daného cieľa sme uskutočnili nasledovné špeciálne aktivity:

- a) Intenzívny a detailný palynologický výskum, s využitím pozorovania a mikroskopickej fotodokumentácie na skenovacom (rastrovacom) elektrónovom mikroskope, orientovaný na získanie základných morfológických charakteristík peľu a opis peľových zŕn rastlinných druhov rastúcich v podmienkach Slovenska.
- b) Podľa medzinárodne uplatňovanej klasifikácie zámerom bolo štúdium základných morfológických znakov peľových zŕn ako ich veľkosť podľa dĺžky polárnej osi (μm) a ekvatoriálnej osi (μm), tvar peľových zŕn, peľová jednotka, polarita peľových zŕn, symetria peľových zŕn, obrys peľových zŕn, počet a tvar apertúr, skulptúra exiny a ostatné špecifické znaky.
- c) Využitie získaných výsledkov a poznatkov o morfológickej charakteristike peľových zŕn vybraných rastlinných druhov – tradične pestovaných, málo využívaných, invázných, voľne rastúcich, využívaných špeciálne pre pastvu včelstiev, teda zber nektáru a peľu včelami, pre zriadenie oficiálnej palynologickej databázy (DataSKPollen). Získané unikátne mikrofotografie poskytnú detailný a dokonalý obraz o peľových zrnách študovaných druhov. Sú významnou technickou študijnou dokumentáciou, ktorá bude k dispozícii pre včelársku, odbornú aj laickú verejnosť.
- d) Využitie výsledkov z palynologického výskumu a zriadenej palynologickej databázy pre následné melisopalynologické hodnotenie medov a ostatných včelích produktov, na stanovenie ich botanického a geografického pôvodu pre potreby včelárskej verejnosti, a to podľa medzinárodne upravených a uznaných metód melisopalynológie.
- e) Spracovanie aktuálnych výsledkov výskumu a získaných poznatkov o peľi pre verejnosť formou prezentácií na úrovni publikácií vo vedeckých a odborných časopisoch, monografií, učebníc pre vzdelávacie kurzy a prezentácií na vedeckých podujatiach na národnej a medzinárodnej úrovni.

3. POUŽITÝ MATERIÁL A METÓDY

3.1. Hodnotené rastlinné druhy

Počas obdobia 2001 – 2022 sústredil výskumný kolektív vzorky peľu z viac ako 300 voľne rastúcich, pestovaných a využívaných rastlinných druhov v podmienkach Slovenska so včelárskym významom. Pre uvedenú publikáciu vybral výskumný kolektív hodnotenie morfologickej charakteristiky peľových zŕn 12 rastlinných druhov z nasledovných skupín:

- a) **Tradične pestované a využívané druhy v agrosystémoch**
 slnečnica ročná – *Helianthus annuus* L.
 čerešňa vtáčia – *Prunus avium* (L.) L.
- b) **Voľne rastúce druhy v rôznych ekosystémoch**
 čakanka obyčajná – *Cichorium intybus* L.
 hluchavka purpurová – *Lamium purpureum* L.
 púpava lekárska – *Taraxacum* sect. *Ruderalia*
 hloh jednosemenný – *Crataegus monogyna* Jacq.
- c) **Menej využívané druhy v záhradníctve**
 arónia čiernoplodá – *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott
 gaštan jedlý – *Castanea sativa* Mill.
- d) **Málo známy druh – introdukovaný a využívaný v záhradníctve**
 ebenovník rajčiakový – *Diospyros kaki* L.
- e) **Okrasný druh**
 mahónia cezmínolistá – *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.
- f) **Invazívny druh**
 zlatobyl' kanadská – *Solidago gigantea* Aiton
- g) **Zámerne pestovaný druh pre zabezpečenie pastvy pre včelstvá**
 facélia vratičolistá – *Phacelia tanacetifolia* Benth.

Tabuľka 9 Charakteristika hodnotených druhov rastlín

Latinský názov	Životná forma	Zber včelami		Obdobie kvitnutia
		nektár	peľ	
1. <i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	ker	++	++	máj
2. <i>Castanea sativa</i> Mill.	drevina	+++	++	jún – júl
3. <i>Cichorium intybus</i> L.	trvalka	+++	+++	leto – jeseň
4. <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	drevina	++	++	máj – jún
5. <i>Diospyros kaki</i> L.	drevina	+	+	apríl – máj
6. <i>Helianthus annuus</i> L.	jednoročná	++	++	jún – september
7. <i>Lamium purpureum</i> L.	trvalka	++	++	marec – september
8. <i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	ker	+++	+	máj – júl
9. <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	jednoročná	+++	+++	marec – september
10. <i>Prunus avium</i> (L.) L.	drevina	+++	+++	apríl – máj
11. <i>Solidago gigantea</i> Aiton	trvalka	+++	+++	september – október
12. <i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	trvalka	+++	+++	apríl – jún

3.2. Lokality zberu vzoriek peľu

Vzorky peľu jednotlivých druhov boli odobraté z jedincov na viacerých lokalitách Slovenska a experimentálnej bázy Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Celé územie Slovenska patrí do mierneho klimatického pásma. So stúpajúcou nadmorskou výškou klesá teplota, pribúdajú zrážky, mení sa typ pôdy a vegetačné obdobie je kratšie. Klimatické podmienky môžu ovplyvniť nielen vývin peľu, jeho dozrievanie a uvoľnenie z peľníc kvetov, ale že sú dôležité aj pre zber peľu z hľadiska jeho kvality. Môžu sa podieľať na variabilite morfologických znakov peľu, zvlášť veľkosti. Zber peľu sa má uskutočniť za slnečného počasia a nízkej vlhkosti.

Zber kvetov pre získanie peľových zŕn sme zabezpečili z viacerých lokalít V Nitre:

- Slnečnica ročná – výskumná báza Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre (ďalej len SPU v Nitre)
- Čerešňa vtáčia – výskumná báza SPU v Nitre
- Čakanka obyčajná – lúky na výstavisku Agrokomplex v Nitre
- Hluchavka purpurová – Botanická záhrada SPU v Nitre
- Púpava lekárska – lúky na výstavisku Agrokomplex v Nitre
- Hloh jednosemenný – Botanická záhrada SPU v Nitre
- Arónia čiernoplodá – výskumná báza SPU v Nitre
- Gaštan jedlý – výskumná báza SPU v Nitre
- Ebenovník rajčiakový – výskumná báza SPU v Nitre
- Mahónia cezmnolistá – Botanická záhrada SPU v Nitre
- Zlatobyl' kanadská – pri vodných plochách na výstavisku Agrokomplex v Nitre
- Facélia vratičolistá – Botanická záhrada SPU v Nitre

3.3. Odber a príprava vzoriek pre pozorovanie na skenovacom elektrónovom mikroskope

Kvety boli náhodne zozbierané z rôznych genotypov skúmaných druhov v štádiu na začiatku kvitnutia – apríl, máj, jún, júl v závislosti od obdobia kvitnutia daného druhu v čase uvoľňovania peľu z peľníc, t. j. prášenia.

Peľ získaný z kvetov vybraných druhov rastlín bol vysušený v laboratórnych podmienkach za použitia termogravimetra pri teplote 35°C do konštantnej hmotnosti. Následne vzorky peľu boli prenesené na držiaky skenovacieho elektrónového mikroskopu (SEM) pomocou obojstrannej karbónovej pásky. Povrch vzoriek peľu bol následne upravený pokovovaním.

Vzorky peľu získané zo suchých kvetov sa ďalej sušili v laboratórnych podmienkach (pri cca 23°C). Suché peľové zrná boli použité na mikroskopickú analýzu morfologických znakov. Pred mikroskopovaním boli peľové zrná nanosené na dvojitú pásku a pripevnené na kovové platničky s priemerom 10 mm. Peľové zrná neboli pokovované.

3.4. Vyhodenie fotodokumentácie vzoriek peľu zo skenovacieho elektrónového mikroskopu

Na fotodokumentáciu tvaru a štruktúry povrchu peľových zŕn bol použitý skenovací elektrónový mikroskop. Mikroskopické analýzy boli vykonané použitím SE (Secondary Electron) detektora za použitia režimu vysokého vákua (High Vacuum) za použitia akceleračného napätia v rozpätí 5 kV – 20 kV.

Peľové zrná boli pozorované a fotografované v laboratóriu na Inštitúte ochrany biodiverzity a biologickej bezpečnosti Slovenskej poľnohospodárskej univerzity, v laboratóriu Oddelenia tropických a subtropických rastlín Národnej Botanickej záhrady M.M. Griška v Kyjeve, ďalej v laboratóriu Ruskej akadémie vied pomocou elektrónových mikroskopov Carl Zeiss LS 15 a JEOL JSM–6390. Porovnávacie morfológické štúdium peľových zŕn bolo vykonané v podmienkach nízkeho vákua ($P=60$ Pa). Použitie režimu nízkeho vákua umožňuje študovať peľ bez jeho chemickej úpravy a získať neskreslené údaje o skúmanom objekte, čo uľahčuje proces prípravy vzorky. Peľové zrná boli snímané s nasledovným priblížením: 500–krát – skupina peľových zŕn; 1 000–krát – samostatné peľové zrno; 2 500 – 100 000 krát – detaily skulptúry exiny.

Fotografie peľu jednotlivých hodnotených druhov rastlín sme vybrali za účelom preukázania charakteristických znakov jednotlivých druhov, ako aj za účelom dokumentovania pri rôznych zväčšeniach.

3.5. Morfometrická analýza peľových zŕn

Meranie morfometrických parametrov sme uskutočnili na 30–50 peľových zrnách z každého druhu najmenej z 10 jedincov pomocou programu AxioVision Rel. 4.8.2.0. Merania sme zaznamenali v mikrometroch (μm). Veľkosť peľových zŕn sme hodnotili a vypočítali pomocou merania nasledujúcich parametrov: dĺžka polárnej osi (P – pozdĺžna os, prechádza stredom peľového zrna od proximálneho po distálny pól), dĺžka rovníkovej osi (E – priečna os, umiestnená v rovníkovej rovine v rovnakej vzdialenosti od pólův), tvarový index – pomer polárnej a ekvatoriálnej osi (P/E) určuje tvar peľového zrna. Tvar, veľkosť a skulptúru povrchu exiny, počet, polohu a tvar apertúr peľových zŕn sme hodnotili pri každom druhu pomocou skenovacej elektrónovej mikrofotografie (SEM) a palynologickej databázy (PalDat). Popisná terminológia je prezentovaná podľa práce Erdtman (1952) a Dostál et al. (1966).

Indexy tvaru peľu (pomer P/E) boli hodnotené podľa klasifikácie navrhutej Erdtmanom (1952), ktoré uvádza aj Dostál et al. (1966): veľmi sploštený ($< 0,50$), sploštený ($0,5 - 0,75$), slabo sploštený ($0,75 - 0,88$), plocho guľovitý ($0,88 - 1$), guľovitý ($1,00$), takmer guľovitý ($1,01 - 1,14$), slabo pretiahnutý ($1,14 - 1,33$), pretiahnutý ($1,33 - 2,00$) a veľmi pretiahnutý ($>2,01$).

Pri opise morfologickej charakteristiky vzoriek peľu sme hodnotili nasledovné znaky:

- a) **peľová jednotka**
- b) **polarita a symetria**
- c) **veľkosť peľových zŕn**

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

Vo všeobecnosti sa veľkosť hodnotí v šiestich kategóriách, hoci by sa tento počet mohol zvýšiť (Kremp, 1965):

Veľkosť peľových zŕn	Slovný opis veľkosti	Referenčné druhy rastlín
<10 µm	veľmi malý peľ	<i>Myosotis</i>
10 – 25 µm	malý peľ	<i>Salix</i>
25 – 50 µm	stredne veľký peľ	<i>Quercus</i>
50 – 100 µm	veľký peľ	<i>Zea</i>
100 – 200 µm	veľmi veľký peľ	<i>Cucurbita</i>
> 200 µm	obrovský peľ	<i>Mirabilis</i>

d) Tvar peľových zŕn

Pomer medzi polárnou a rovníkovou (ekvatoriálnou) osou peľu nám udáva tvar peľu.

Tvary peľu boli klasifikované nasledovne (Erdtman 1952):

Tvar	Kategória P/E
veľmi pretiahnuté	> 2
pretiahnuté	2 – 1,33
slabo pretiahnuté	1,33 – 1,14
takmer guľovité	1,14 – 1,00
guľovité	1,00
plocho guľovité	1,00 – 0,88
slabo sploštené	0,88 – 0,75
sploštené	0,75 – 0,50
veľmi sploštené	< 0,50

e) obrys peľových zŕn

f) počet a tvar apertúr

g) skulptúra exiny

3.6. Štatistická analýza experimentálnych údajov

Základné údaje veľkostných parametrov – minimálne a maximálne hodnoty, aritmetický priemer a variačný koeficient (V %) sme spracovali pomocou PAST 2.17.

4. MORFOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PEĽU VYBRANÝCH DRUHOV RASTLÍN

4.1. ARÓNIA ČIERNOPLODÁ *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott

Taxonómia: Angiospermae, Rosales, Rosaceae Juss. – ružovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: arónia čiernoplodá (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Adenorachis melanocarpa* (Michx.) Nieuwl., *Mespilus arbutifolia* var. *melanocarpa* Michx., *Photinia melanocarpa* (Michx.) Robertson et Phipps, *Pyrus melanocarpa* (Michx.) Willd., *Sorbus melanocarpa* (Michx.) Heynh. (Biela, 2023)

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN black chokeberry, chokeberry, CS temnoplodec černoplodý („černý jeřáb“), DE Apfelbeere, Aronia, Schwarze Eberesche PL Aronia czarna, UA Горобина чорноплідна, RU рябина черноплодная (Biela, 2023; Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základné chromozómové číslo je $x = 17$ (Rice et al., 2015). *Aronia melanocarpa* sa vyskytuje vo forme diploidov ($2n = 2x = 34$) a tetraploidov ($2n = 4x = 68$) (Brand et al., 2022).

Rozšírenie vo svete: Pochádza z východnej časti Severnej Ameriky. V Európe je hojne rozšírená na území Poľska, Nemecka, Bieloruska a Ruska. (Biela, 2023) Z Poľska pochádza 90 % svetovej produkcie arónie (Komžík, 2021)

Rozšírenie na Slovensku: Na území Slovenska sa vyskytuje iba ako pestovaný druh.

Ekológia: Na stanovište je nenáročná. Vyhovujú jej rovnaké podmienky ako jarabinám, dobre znáša silnejšie mrazy. Vysádza sa v parkoch ako okrasný ker. Okrajovo sa pestuje v ovocných záhradách a zmiešaných výsadbách. Kvitne v máji (Biela, 2023; Komžík, 2021).

Botanická charakteristika: Opadavý ker dorastajúci do výšky 2 (3) m, navrúbl'ovaný na *Sorbus aucuparia* sa pestuje ako nízky stromček. Listy sú celistvookrajové, pretiahnuto oválne, s drobnou vrúbkovito-pilkovitým okrajom. Kvety sú bielej farby alebo naružovelé, usporiadané v bohatom chocholíku. Plody sú okrúhle čierne malvice, s priemerom 15 mm (Biela, 2023; Komžík, 2021)

Hospodárske využitie: Ovocný druh s jedlými plodmi, ktoré majú vysoký obsah bioflavonoidov, vitamínov PP, B2, B9, karoténov, pektínov, rutínu, mikroelementov (železo, bór, jód, fluór, mangán, molybdén, meď, kobalt a iné). Plody sa konzumujú najlepšie v čerstvom stave alebo sa z nich vyrábajú šťavy, džemy, kompóty a likéry (Komžík, 2021). Pridaním plodov arónie do repkového medu sa významne zvýši antioxidačný potenciál takto upraveného medu (Mišek et al., 2021). Extrakt z arónie vykazuje geroprotektívne účinky (Platonova et al., 2021). Zdroj pre opel'ovače. Včely zbierajú z arónie peľ a nektár (Haragsim, 2016). Divorastúce jedince a pestované kultivary sa líšia v návštevnosti rôznych druhov opel'ovačov v závislosti na veľkosti

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

a farbe kvetov, ako aj veľkosti, počte a kompaktnosti súkvetí a tiež prístupnosti pre opelovače (Ricker et al., 2019).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn arónie čiernoplodej sme zistili dĺžku polárnej osi v rozsahu 38,85 – 51,32 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn) v rozsahu 19,85 – 27,06 μm (tab. 10).

Tabuľka 10 Základné veľkostné parametre peľových zŕn arónie čiernoplodej

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	50	45,00	38,85	51,32	5,31
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	50	23,45	19,85	27,06	6,59
P/E – index tvaru		1,91	1,95	1,89	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné (25 – 50 μm) až veľké peľové zrná (50 – 100 μm)

Tvar peľových zŕn (P/E) – pretiahnutý (1,33 – 2,00)

Obrys peľových zŕn – okrúhle

Počet a tvar apertúr – trojkolporátne, brázdy dlhé, siahajúce na 90 % k pólom, vnútri granulované, póry ponorené, prekryté

Skulptúra exiny – prúžkovaná rôznym smerom, perforovaná, hrebienky rovnobežne prebiehajú pozdĺž brázd, ktoré sa stáčajú v oblasti pólom.

Najdôležitejšie morfológické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacie otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 1 (a – l).

Zistené základné morfológické charakteristiky peľových zŕn arónie čiernoplodej sú v súlade s opisom peľových zŕn, ktoré definujú peľ druhu *A. melanocarpa* ako izopolárne monády strednej veľkosti (26 – 50 μm), guľovitého tvaru, trikolporátne s prúžkovanou a perforovanou skulptúrou exiny (Halbritter, 2016). Đorđević et al. (2019) opisujú peľové zrná kultivaru *A. melanocarpa* 'Nero' ako izopolárne, radiálne symetrické, trikolporátne monády. Dĺžku polárnej osi uvádzajú 44,37 μm , ekvatoriálny priemer 23,03 μm , priemernú dĺžku brázdy 40,82 μm a mezokolpia 11,64 μm . Stenu sporodermy peľových zŕn definujú ako prúžkovanú s perforovaným tektom. Šírka hrebeňov exiny bola 0,23 μm , výška hrebeňov 0,32 μm a počet hrebeňov na 100 μm^2 10,33. Vitalitu peľu testom FDA zistili na úrovni 35,70 % a TTC testom 18,22 %. Kľúčivosť peľu na agare bola od 37,13 do 41,80 % v závislosti od obsahu sacharózy po 24 hodinách kultivácie. Rovnaký typ a veľkostne podobné peľové zrná ako druh *A. melanocarpa* má aj druh *A. mitchurinnii*, pri ktorých Grygorieva et al. (2018) zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí od 34,16 do 50,14 μm a ekvatoriálny priemer od 16,10 do 25,7 μm . Peľ tohto druhu sa však líšil skulptúrou exiny, ktorú autori charakterizujú ako hrbolčekovitú (Grygorieva, 2018). Hoci sa morfológické znaky peľových zŕn považujú za diagnostické znaky, môžu sa vyskytnúť rozdiely pri jednotlivých taxónoch. Porovnaním morfológických znakov peľu troch druhov *Aronia arbutifolia*, *A. prunifolia* a *A. melanocarpa* nezistil Hardin (1973) žiadne

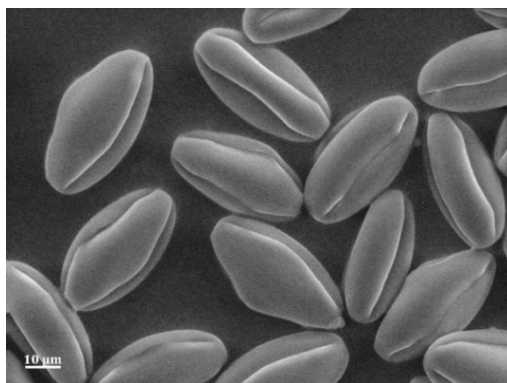
Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

rozdiely. Pre všetky druhy uvádza trojkolpátny peľ s dlhými brázdami, pretiahnutého tvaru s prúžkovanou ornamentáciou a perforovaným povrchom exiny. Vyvinutejšie peľové zrná s menšou tvarovou variabilitou sú typické pre diploidné taxóny, zatiaľ čo peľové zrná s vyššou ploidiou sa vyznačujú väčšou variabilitou peľu a spravidla aj nižšou životaschopnosťou. Potvrdilo sa, že pravidelnejšia meióza a vitálnejší peľ sa vyskytuje aj pri diploidoch druhu *Aronia melanocarpa*, ktoré dosahujú aj vysokú životaschopnosť, a to 82,2 % v porovnaní s tetraploidmi s vitalitou 75,6 % (Persson Hovmalm et al., 2005).

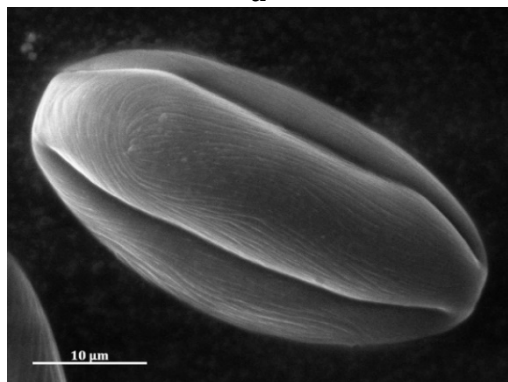
Fotodokumentácia



a



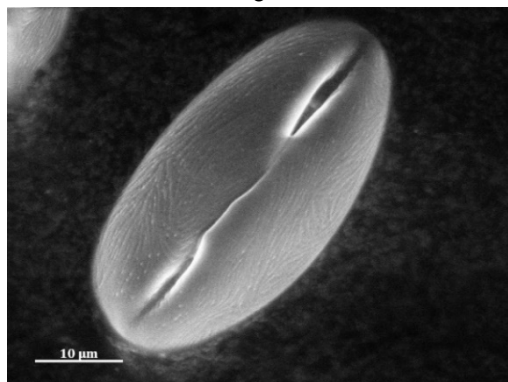
b



c



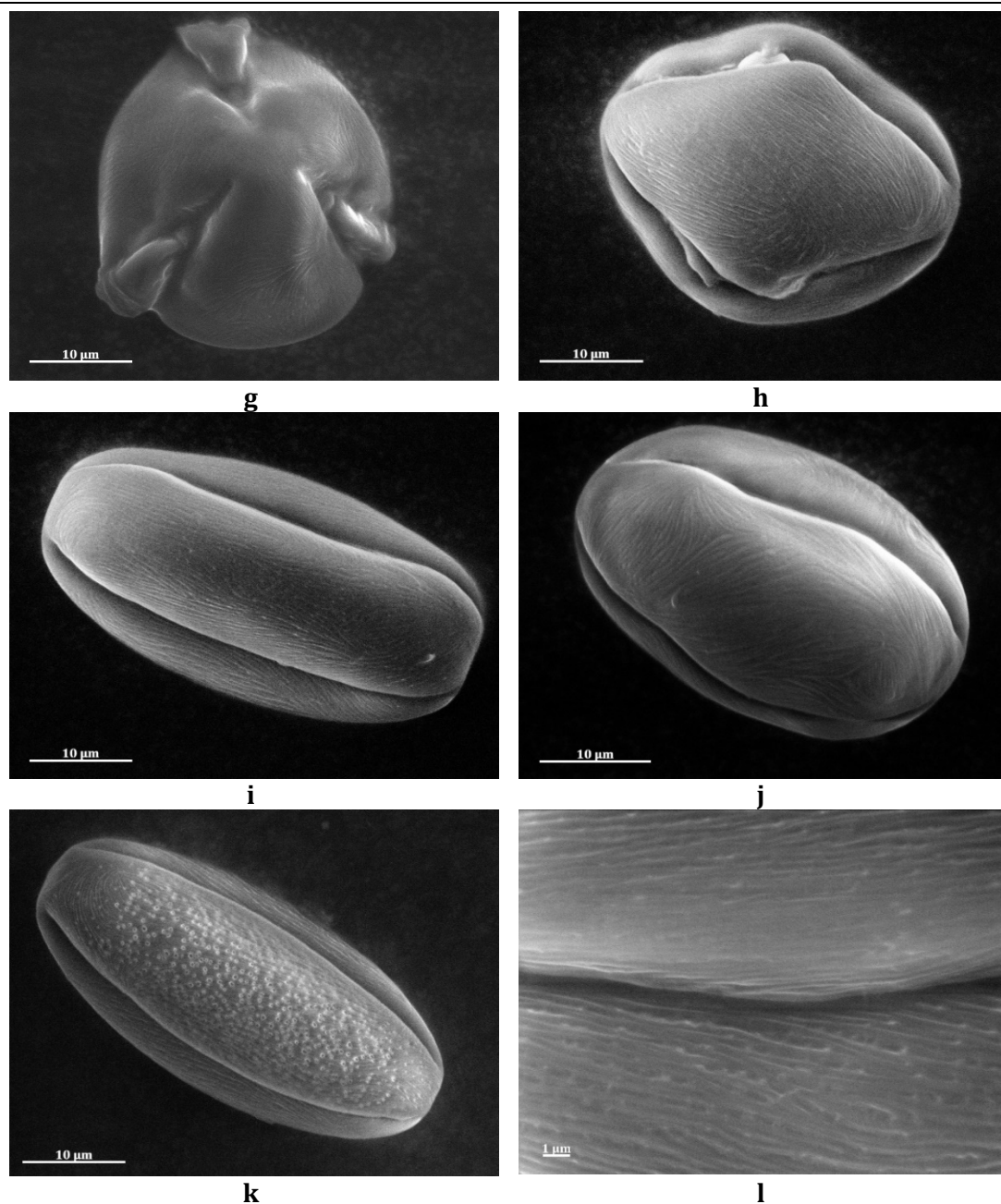
d



e



f



Obrázok 1 Peľové zrná arónie čiernoplodej: a – b) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade, c) peľové zrno s detailom mezokolpia, d) brázdy peľových zŕn, e) detail tekta, f) detail zloženej apertúry – kolpóra, g) peľové zrno v polárnom pohľade, h – j) prúžkovaná skulptúra exiny, k) perforácie exiny, l) detail exiny.

Foto: S. Motyleva, R. Ostrovský

4.2. GAŠTAN JEDLÝ *Castanea sativa* Mill.

Taxonómia: Angiospermae, Fagales, Fagaceae Dumort. – bukovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: gaštan jedlý (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Castanea vesca* Gaertn., *Castanea castanea* (L.) H. Karst. Inval., *Fagus castanea* L.

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN Spanish chestnut, Sweet chestnut, Chestnut, Chestnut tree, Edible chestnut, European chestnut, Italian chestnut, Spanish chestnut, Sweet chestnut, CS Kaštanovník jedlý, Kaštanovník setý, DE Edelkastanie, Kastanie essbare, Kastanie zahne, Marone, Echte Kastanie, Edelkastanie, Edel-Kastanie, Edelkastanienbaum, Eßbare Kastanie, Eßkastanie, Eßkastanienbaum, Europäische Kastanie, Göttereichel, Kastanie (Fruit), Kastanienbaum, Marone (Fruit), Roßkastanie, PL Kasztan jadalny, UA Каштан посівний, RU Каштан посевной (Krása, 2007; Bown, 2008; Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základné chromozómové číslo je $x = 12$. Vyskytuje sa ako diploid $2n = 24$ (Benčať et al., 2006).

Rozšírenie vo svete: Druh patrí medzi najstaršie ovocné dreviny. Pôvodný je pravdepodobne aj v celej juhovýchodnej Európe. Vyskytuje sa tiež v severnej Afrike a Makaronézii. V staroveku sa vysádzal v mnohých krajinách južnej Európy, následne sa rozšíril až za Alpy (Krása, 2007).

Rozšírenie na Slovensku: Na území Slovenska sa vyskytuje iba ako pestovaný druh na mnohých lokalitách.

Ekológia: Makrofanerofyt. Acidofilná a mezofylná drevina. Vyžaduje podzolované pôdy a hnedozeme, dobre prevzdušnené. Znáša zatienenie. Pestuje sa ako solitér alebo v skupinách zväčša na poľnohospodárskej pôde alebo v záhradách, zriedkavo v lesoch. Darí sa jej v teplejších oblastiach. Kvitnutie jún – júl (Benčať et al., 2006).

Botanická charakteristika: Strom je vysoký 20 – 30 (–35) m s mohutnými podpovrchovými až srdcovitými koreňmi. Borka je hnedočervená, neskoršie rozpraskaná hnedosivá. Listy krátko stopkaté, kožovité, čepel' listu podlhovasto kopijovitá, na okraji hrubo ostro pílkovitá, veľká 90 – 200 x 30 – 80 mm, sýtozelená. Kvety sa vyvíjajú až po olistení (Benčať et al., 2006). Druh je monoecický (jednodomý) a protandrický (skôr dozrieva peľ) (Alinho et al., 2021). Samčie kvety vzpriamených jahňadách 100–200 mm dlhých s drobnými kvetmi nesúcimi 9 – 20 tyčínok. Niektoré jahňady na báze majú jeden až tri samičie s 3 – 6 piestikmi. Peľ sa vyvíja v kvetoch samčích súkvetí skôr ako v súkvetiach so samčiami a aj samičiami kvetmi (Botta et al., 1995). Na báze súkvetí so samičiami kvetmi sú početné zelenkasté listene, ktoré zrastajú v čase zrelosti do guľovitej čiašky pokrytej ježinami (ostňami). Plody sú sféroidné až bochníkovité nažky (gaštany), na vrchole končisté, tmavohnedé, lesklé, po 2 – 3 v čiaške (Benčať et al., 2006).

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

Hospodárske využitie: Nažky (gaštany) s vysokým obsahom škrobu a nízkym obsahom tuku majú vysokú nutričnú hodnotu a sú vhodné na konzum a spracovanie pre potravinársky priemysel (Santos et al., 2022). V liečiteľstve sa využívajú tiež listy s adstringentným účinkom (Bown, 2008). Gaštan jedlý je zdroj nektáru, peľu a medovice v letnom období. Medovicu produkuje medovnica dubová (*Lachnus roboris*). Peľové obnôžky majú sivožltú farbu. Peľ a nektár zbierajú opel'ovače celý deň (Švamberg, 2014). Úroveň produkcie peľu a nektáru sa v priebehu júna a júla považuje za dobrú (Pritsch, 2016). Druh *Castanea sativa* sa podieľa na produkcii jednokvetových (monoflorálnych) a viackvetových (polyflorálnych) medov (Bayram, 2019; Sabo et al., 2011; Yildirim et al., 2021).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn gaštanu jedlého sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 13,52 – 22,94 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn) 6,64 – 10,54 μm (tab. 11).

Tabuľka 11 Základné veľkostné parametre peľových zŕn gaštanu jedlého

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	50	20,51	13,52	22,94	9,40
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	50	9,37	6,64	10,54	8,36
P/E – index tvaru		2,19	2,04	2,18	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – malé (10 – 25 μm) peľové zrná

Tvar peľových zŕn (P/E) – veľmi pretiahnuté (>2,00)

Obrys peľových zŕn – trolaločnatý z polárneho pohľadu

Počet a tvar apertúr – trojkolporátne, brázdy prebiehajú takmer po celej dĺžke peľového zrna

Skulptúra exiny – mnohojazyková, perforovaná

Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacie otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 2 (a – f).

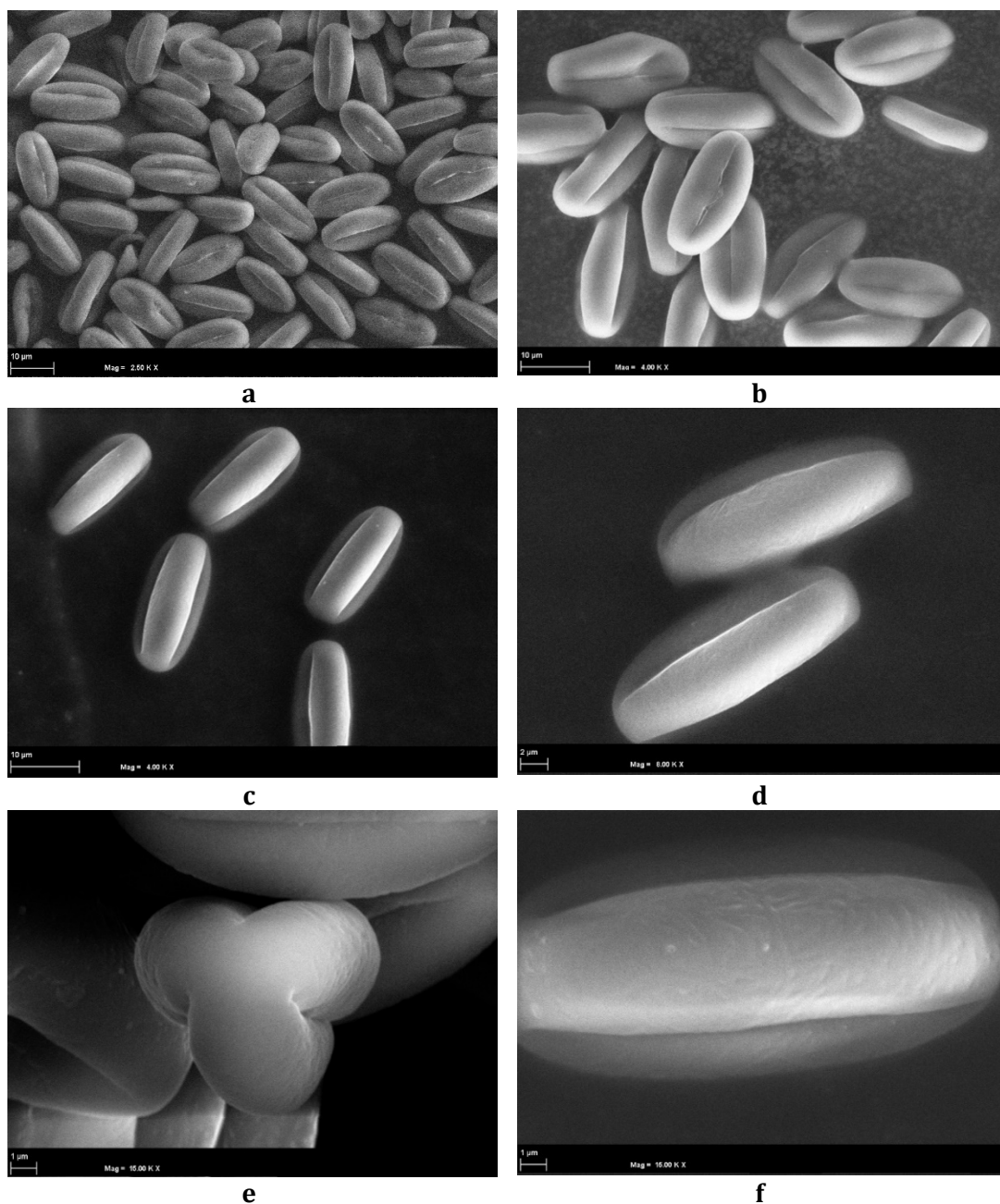
Komplikovaná stavba súkvetí, výskyt peľovo sterilných a fertílých kvetov určuje opel'ovacie pomery pri tomto druhu. Kvitnúce stromy gaštanov navštevujú s oblubou chrobáky, včely a aj muchy. Malé peľové zrná, veľká produkcia peľu a vysoký pomer peľu a vajíčok je charakteristický pre druhy rastlín opel'ované chrobákmi. Stromy s peľom so samčou sterilitou lákajú menej hmyzu, avšak ich samičie kvety sú viac navštevované opel'ovačmi a produkujú viac plodov (Larue et al., 2020). Druh *Castanea sativa* je čiastočne vetrom opelivý. Jeho peľ je prenášaný na veľké vzdialenosti (López-Orozco et al., 2020). V Stredomorí, kde je druh pôvodný a všeobecne rozšírený je hlavnou príčinou polinóz I typu peľových alergií (Hirschwehr et al., 1993). V niektorých oblastiach Stredomoria, ako sú určité provincie v Turecku, boli peľové zrná gaštanu jedlého najviac zastúpené vo všetkých vzorkách medu produkovaného v danej oblasti (Erdoğan et al.,

2006). Predpoklady pre dobré šírenie peľu môžu vyplývať z jeho morfológických znakov, zvlášť veľkosti.

Peľové zrná *Castanea sativa* sú z morfológického hľadiska charakterizované ako izopolárne, trojkolporátne monády. Veľkosť hydratovaného peľu je 11 – 15 μm podľa dĺžky polárnej (P) a ekvatoriálnej (E) osi, čo zodpovedá malým peľovým zrnám. Tvar peľových zŕn podľa pomeru P/E je pretiahnutý. Obrys peľových zŕn z polárneho pohľadu je okrúhly, suchého peľu laločnatý. Dominantná orientácia peľových zŕn je šikmá. Apertúry sú vnorené do povrchu peľového zrna. Povrch peľových zŕn sa v svetelnom mikroskope javí hladký, v rastrovacom elektrónovom mikroskope skulptúra exiny je mnohojazyková, perforovaná. Peľ je eutektálny (pokrytý súvislou vrstvou akoby strieškou – tektum), infratektum je stĺpikovité (columellate), endexina sa javí kompaktné spojitá. Peľové zrná sú dvojbunkové (Halbritter et al., 2020b). Pretiahnutý tvar peľových zŕn na základe indexu 1,7 a malé peľové zrná pri druhu *Castanea sativa* pozorovala Motyleva a Mertvisheva (2013). Pri polárnej osi zaznamenali dĺžku 11,8 – 17,8 μm a pre ekvatoriálnu os 6,8 – 13,3 μm . Horčinová Sedláčková et al. (2021) porovnávali genotypy gaštanu siateho a zistili iba nepatrné rozdiely v morfológických znakoch peľových zŕn jednotlivých genotypov. Peľové zrná gaštanu klasifikujú ako malé peľové zrná s veľkosťou polárnej osi od 19,10 do 20,53 μm a ekvatoriálnej osi 8,86 až 9,85 μm , čo je v súlade s pozorovaniami predošlých autorov. Rovnakú zhodu sme zistili aj v našich vzorkách. Rozdiely v morfológických charakteristikách peľových zŕn druhu *Castanea sativa* boli pozorované medzi kultivarmi so samčou sterilitou a samčou fertilitou (Mert a Soyulu, 2015). Rozdielna bola veľkosť peľu, hoci pri oboch boli charakteristické trojkolporátne peľové zrná s brázdami, ktoré prebiehali po celej dĺžke peľového zrna a štruktúra exiny bola jemne sieťkovaná. Pri kultivaroch so samčou fertilitou sa dĺžka peľových zŕn pohybovala od 13,33 do 21,30 μm , pričom pri kultivaroch so samčou sterilitou bola výrazne nižšia. Z hľadiska tvaru boli klasifikované tri typy peľových zŕn – veľmi pretiahnuté, pretiahnuté a slabo pretiahnuté. Prekvapujúco neboli zaznamenané rozdiely peľových zŕn. Životaschopnosť fertálnych kultivarov dosiahla 11 – 78 % a prázdnych peľových zŕn 3 – 32 %. Hoci normálny priebeh vývinu a zrelosť peľu môže byť predpokladom dobrej životaschopnosti peľu, skutočná vitalita zistená testom klíčivosti na živných médiách v podmienkach *in vitro* býva spravidla nižšia. Dokonca peľ môže byť fyziologicky nefunkčný (Ražná et al., 2022).

V úmysle realizovať šľachtiteľský program je dôležité okrem vitálneho peľu získať aj jeho dostatočné množstvo. Porovnaním obojpohlavných a samčích súkvetí *Castanea crenata* neboli pozorované rozdiely vo vitalite peľu, ale kultivary s najvyšším percentom životaschopnosti produkovali najnižšie množstvo peľu na peľnicu a kvet (Silva et al., 2020). Napriek tomu, že normálny priebeh procesu vývinu peľu je najdôležitejším predpokladom jeho dobrej vitality, závisí aj od kultivaru, pôvodu peľu a zloženia kultivačného média pri stanovení životaschopnosti *in vitro* (Beyhan a Serdar, 2009).

Fotodokumentácia



Obrázok 2 Peľové zrná gašтана jedlého: a – c) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade, d) brázdy peľových zŕn, e) peľové zrnó v polárnom pohľade, f) mnohojazyková skulptúra exíny.

Foto: S. Motyleva, R. Ostrovský

4.3. ČAKANKA OBYČAJNÁ *Cichorium intybus* L.

Taxonómia: Angiospermae, Asterales, Cichoriaceae – čakankovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: čakanka obyčajná (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Cichorium divaricatum* Schur

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN common chicory, blue daisy, blue dandelion, blue sailors, blue weed, CS čekanka obecná, DE bittere cichorie, cichorienkraut, gemeine cichorie, feldcichorie, wilde cichorie, wilde zichorie, hindläuftkraut, röhrkraut, röhrsalat, chicorée, zichorienwegwarte, gemeine wegwarte, gewöhnliche wegwarte, PL Cykoria podróznik, UA Цикорій звичайний, RU цикорий обыкновенный, цикорий корневой (Hoskovec, 2023a; Mansfeld's World Database).

Ploidia: Základné chromozómové číslo $x = 9$. Na Slovenska sú uvádzané diploidné jedince $2n = 2x = 18 + 0 - 2B$ (Javorčíková, 2007).

Rozšírenie vo svete: Eurázijský druh, ktorý rastie v rozsiahlom areáli od západnej Európy cez strednú a severnú Európu až po západnú Sibír, Strednú Áziu a severnú Indiu. Objavuje sa v severnej Afrike. Zavlččený bol na Azorské ostrovy a Kapverdy, do Severnej a Južnej Ameriky, Austrálie, na Nový Zéland, do východnej Ázie a južnej Afriky (Hoskovec, 2023a).

Rozšírenie na Slovensku: Pravdepodobne trvale zdomácnený, alochtónny druh, ktorý rastie v pôvodných alebo druhotných rastlinných spoločenstvách (Marhold a Hindák, 1998)

Ekológia: Hemikryptofyt. Kvitnutie od začiatku leta do jesene. Životnosť kvetov je v priamej korelácii s ročným obdobím a výskytom opel'ovačov. Neopelené kvety ostávajú otvorené dlhšie ako opelené (Prokop et al., 2021) Rastie po okrajoch ciest, polí a pasienkov, na medziach a lúkach, v krovinových lemoch a na rumoviskách (Hoskovec, 2023a).

Botanická charakteristika: Trváca rastlina, vysoká (15–) 30 – 120 cm s valcovito vretenovitým koreňom. Stonka tuhá, priama, zvyčajne rozvetvená, lysá alebo krátko štetinato chlpatá. Prízemné listy v ružici, 7 – 30 cm dlhé, gracovito delené; stonkové listy 5 – 15 cm dlhé, spodné podobné prízemným, stredné a horné podlhovasto kopijovité, na okraji hrubo zubaté. Úbory dĺžky 3 – 4 (–5) cm v riedkych metlinách, otvorené iba v doobedňajších hodinách. Kvety blankytné modré, ziedkavo ružové alebo fialkasté. Nažky 2 – 3 mm veľké, 2 – 5 hranné, hnedavé, mierne sploštené (Dvořáková, 2004)

Hospodárske využitie: Čakanka má široké využitie, a to ako surovina pre potravinársky priemysel (náhrada kávy známa ako cigória), liečivá rastlina vhodná pre farmaceutické využitie a tiež krmovina. (Birsá a Sarbu, 2023). Je zdrojom peľu a nektáru pre včely v letnom a jesennom období (Švamberg, 2014). Pritsch (2016) uvádza, že úroveň produkcie peľu a aj nektáru v mesiacoch jún až august, keď čakanka kvitne je

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

dobrá. Jedna rastlina čakanky vyprodukuje v priemere od 92,55 do 190,04 g nektáru a 1,785 až 3,064 g peľu (Adamchuk et al., 2017). Haragsim (2016) uvádza produkciu nektáru 0,36 mg na kvet, v nektári 38 % cukru a cukornatosť 0,13 mg. Peľ prinášajú včely do úľov v šedých obnôžkach.

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn čakanky obyčajnej sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 27,65 – 46,68 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn) 24,32 – 46,65 μm (tab. 12).

Tabuľka 12 Základné veľkostné parametre peľových zŕn čakanky obyčajnej

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	56	39,05	27,65	46,68	9,47
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	56	39,05	24,32	46,65	10,08
P/E - index tvaru		1,00	1,13	1,00	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné (25 – 50 μm)

Tvar peľových zŕn (P/E) – guľovité (1,00) až takmer guľovité (1,00 – 1,14)

Obrys peľových zŕn – okrúhle

Počet a tvar apertúr – trojkolporátne

Skulptúra exiny – okienkovitá (lophate), perforovaná, ostnatá

Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacie otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 3 (a – f).

Pozorovaná štruktúra peľových zŕn čakanky obyčajnej je v súlade s uvádzaným opisom peľu tohto druhu v palynologických databázach (Halbritter a Heigl, 2020). Peľové zrná čakanky sú obyčajne charakterizované ako izopolárne trojkolporátne monády strednej veľkosti (26 – 50 μm). Veľkosť hydratovaného peľu je 26 – 30 μm . Dĺžky polárnej (P) a ekvatoriálnej (E) osi sú 26 – 30 μm . Podľa pomeru P/E sú peľové zrná definované ako guľovité. Tvar suchého peľu je polygonálny. Pri pohľade z pólův sú peľové zrná okrúhle. Trieda peľu, tzv. lophate – okienkovitá štruktúra; okienka tvoria znížené oblasti exiny obklopené hrebeňmi. Dominantná orientácia šikmá. Skulptúra exiny sa javí vo svetelnom mikroskope ako okienkovitá, ostnatá. V rastrovacom elektrónovom mikroskope sú v exine vidieť aj perforácie (Halbritter a Heigl, 2020). Pri uvoľňovaní peľu z peľníc dochádza iba k malým zmenám, v priemere 7,5 %, v rovníkovom priemere peľových zŕn. Tento stabilný stav zabezpečuje spôsob usporiadania krátkych hrebeňův na každej strane medzilakunárnych medzier, ktoré bránia prehýbaniu brázd, pričom ďalšiu odolnosť zabezpečujú aj rovníkové hrebene (Blackmore, 1982). Peľ s okienkovou (lophate) skulptúrou sa vyskytuje pri ďalších druhoch čeľade Asteraceae (Compositae). Bolo opísaných až 23 rôznych vzorův štruktúry peľových zŕn. Musí byť určený presný tvar okienok (lophate), aby mohol byť peľ tohto typu použitý pre taxonomické štúdie. Cichorium typ peľových zŕn sa od ostatných typův s týmto vzorom

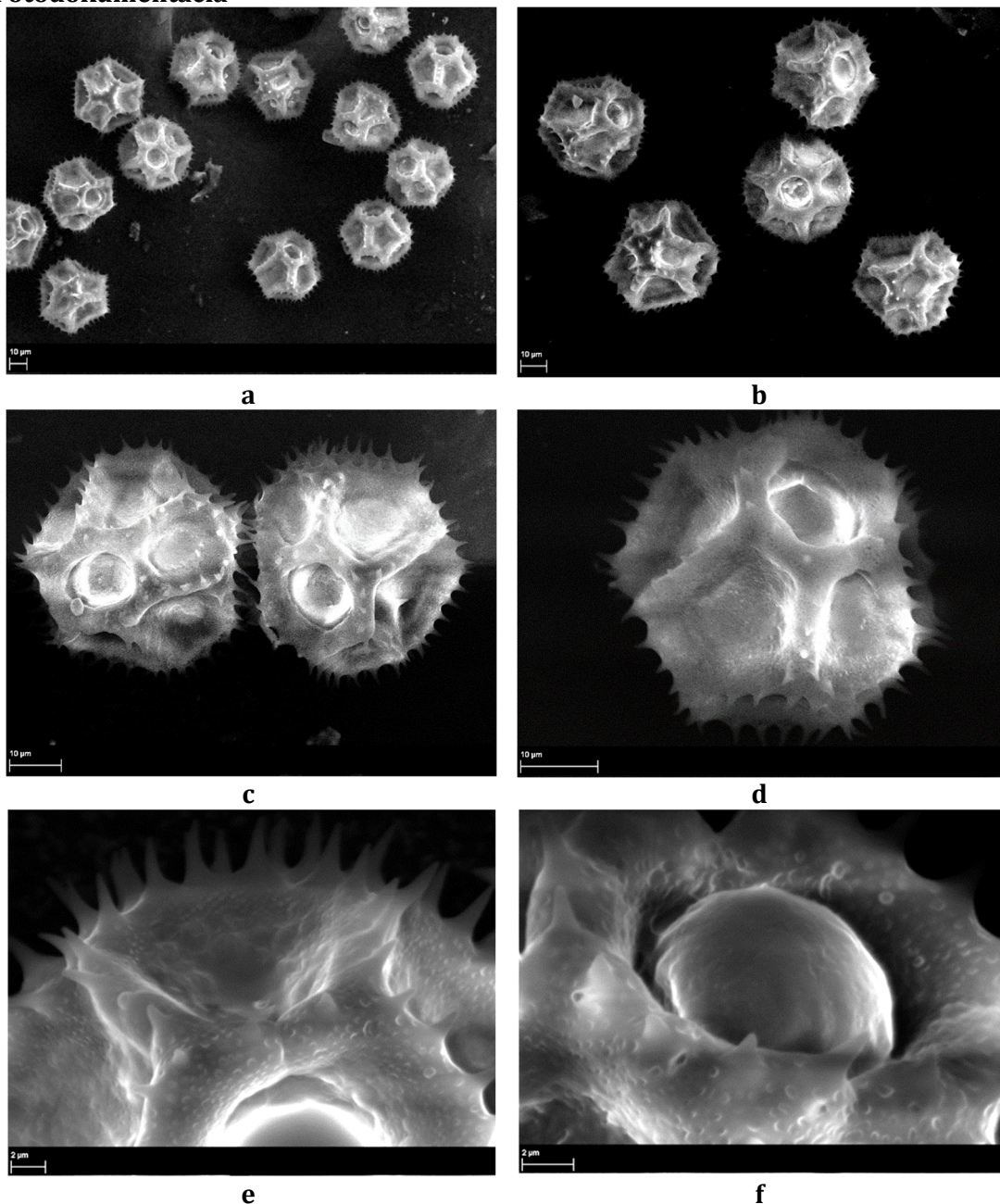
odlišuje tým, že okienka (lakúny) na póloch nie sú prítomné a polárna plocha siaha od trojradiátneho hrebeňa až po rozsiahlu ostnatú oblasť. Celkovo je vyvinutých 15 okienok (lakún) alebo 20 v zriedkavejšie sa vyskytujúcich štvorapertúrnych peľových zrnách (Blackmore, 1986).

Cichorium intybus je autoinkompatibilný druh (Eenink, 1981). Mikrosporogenéza prebieha simultánnym spôsobom. V štádiu tetrád sú mikrospóry obalené kalózovou stenou a okolo tetrád dochádza k formovaniu primexiny. Počas dozrievania peľových zŕn sa v cytoplazme hromadí škrob. Zrelé peľové zrná sú trojbunkové. Exinu zreľých peľových zŕn tvoria hrebene, v priestore medzi nimi sú perforácie a na povrchu sú pokryté ostrými ostňami (Varotto et al., 1996). Chehregani et al. (2011) však zreľé peľové zrná z hľadiska obsahu jadier charakterizujú ako dvojbunkové. Vzhľadom na tvar apertúr považujú peľ čakanky za trojkolpátny. Meier–Melikyan et al. (2003) detailne opisujú tvorbu a štruktúru jednotlivých vrstiev exiny *C. intybus*. Podľa ich pozorovaní vnútornú maticu tvoria veľké a rozvetvené stĺpiky pod hrebeňmi. Rozvetvenie pokrýva až tri štvrtiny výšky stĺpikov a v spodnej časti sa medzi stĺpikmi vytvárajú pomerne veľké dutiny (lakúny). Skulptúrne prvky, ktoré sú vytvorené na hrebeňoch majú vnútorné dutinky. Vonkajšia ekstexina umiestnená medzi hrebeňmi je tenká a pozostáva z tenkých vonkajších stĺpikov, tekta a bazálnej vrstvy. Vnútorná ekstexina je vytvorená na vnútornej matici extexiny a je reprezentovaná úzkou dutinou.

Morfologické osobitosti, či zvláštnosti peľových zŕn čakanky obyčajnej predurčujú využitie tohto druhu ako indikačného ukazovateľa vývoja súčasnej a pôvodnej vegetácie (Florenzano et al., 2015). Okrem toho peľové zrná druhu *C. intybus* sú vhodné na detekciu ekogenotoxicity v životnom prostredí (Klemmová Gregušková a Mičieta, 2013; Safonov a Glukhov, 2021), aj keď výsledky týchto štúdií nie sú vždy celkom jednoznačné. Rozdiely v poškodení peľu a poruchy v reprodukcií rastlín sa môžu líšiť v závislosti od typu tuhých znečisťujúcich látok pôsobiacich v rôznych typoch biotopov (Jaconis et al., 2017).

Melisopalynologické analýzy odhalili, že botanický pôvod medov má vplyv na obsah antioxidantných látok v mede. Zvlášť monoflorálne medy, ktoré pochádzajúce zo *Salix*, *Taraxacum officinale*, *Matricaria chamomilla* a práve aj druhu *Cichorium intybus* a *Cirsium arvense* získané z oblasti Sedmohradska (Rumunsko) vykazovali vysoký antioxidantný potenciál (Stanciu et al., 2016).

Fotodokumentácia



Obrázok 3 Peľové zrná čakanky obyčajnej: a – b) typický guľovitý tvar peľových zŕn, c) okienkovitá štruktúra exiny peľových zŕn, d) usporiadanie hrebeňov, e) detail hrebeňa s ostňami, f) detail okienka.

Foto: S. Motyleva

4.4. HLOH JEDNOSEMENNÝ

Crataegus monogyna Jacq.

Taxonómia: Angiospermae, Rosales, Rosaceae Juss. – ružovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: hloh jednosemenný (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Crataegus leiomonogyna* Klokov, *Crataegus monogyna* subsp. *acutiloba* (J. Kern.)(Baranec), *Crataegus monogyna* subsp. *nordica* Franco, *Crataegus monogyna* subsp. *plesivecensis* Hrabětová, *Crataegus monogyna* subsp. *tauscheri* Grand. ex Pénzes, *Crataegus monogyna* var. *acutiloba* J. Kern., *Crataegus monogyna* var. *plesivecensis* (Hrabětová) Baranec, *Crataegus monogyna* var. *typica* Beck., nom. inval., *Crataegus subborealis* Cinovskis, *Mespilus monogyna* (Jacq.) All., *Mespilus oxyacantha* subsp. *monogyna* (Jacq.) Čelak, *Oxyacantha monogyna* (Jacq.) M. Roem.

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN english hawthorn, hawthorn, red hawthorn, common hawthorn, CS hloh jednobližný, DE Eingriffeliger Weißdorn, PL głóg jednoszyjkowy, UA глід одноматочковий, RU боярышник однопестичный (Kirschner a Zázvorka, 2021; Klč, 2023; Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základné chromozómové číslo je $x = 17$. Na Slovensku sa vyskytuje ako diploid $2n = 2x = 34$ (Baranec, 1986; Vašková a Kolarčík, 2019). Opísané sú diploidné hybridy *monogyna* × *rosiformis* a tetraploidné $2n = 4x = 68$ *monogyna* × *rhpidophylla* (Baranec, 1986). Veľkosť genómu *C. monogyna* 2C DNA je 1,52 pg (Talent a Dickinson, 2005; Siljak-Yakovlev et al., 2010).

Rozšírenie vo svete: Areál druhu zaberá takmer celú Európu. Na juhu siaha až na severozápad afrického kontinentu (Maroko, Tunisko), na východ po Kaspické more a Turecko (Klč, 2023).

Rozšírenie na Slovensku: Druh hojne rozšírený na celom území Slovenska. Je najvariabilnejším druhom rodu *Crataegus*.

Ekológia: Nanofanerofyt (makrofanerofyt). Kvitnutie máj–jún. Má širokú ekologickú plasticitu. Rastie od xerothermných stanovišť až po zaplavované aluviálne pôdy. Je aseptátorom krovinatých spoločenstiev. Často vytvára monocenózy v poľnohospodárskej krajine popri cestách, priekopách, na úhoroch, pasienkoch, odlesnených svahoch. Rastie aj ako solitér (Baranec, 1986; Baranec, 1992).

Botanická charakteristika: Ker (polykormón) až nevysoký strom do 2 – 10 m. Borka sivá. Letorasty holé, tmavočervené. Trne dlhé 15 – 20 mm. Listy na plodonosných brachyblastoch, vajcovité až kosoštvorcové, čepel' 3 – 5 laločnatá až dielna. Prílistky pretrvávajúce, kosákovité. Súkvetie mnohokveté (10 – 25): Kvety sú malé, koruna 10 – 14 mm, kališné lístky trojuholníkovité, počet tyčiniek 18 – 20 s purpurovými až purpurovočervenými peľnicami, čnelka jedna a vzpriamená. Súplodie z 10 – 20 kôstkovíc. Plody elipsovité, vajcovité malvice, fialovočervené, červené až hnedočervené s jedným semenom (kôstočkou) (Baranec, 1986; Baranec, 1992). Dozrievajú v septembri a októbri.

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

Hospodárske využitie: Hloh jednosemenný ako príbuzný hloh obyčajný sa využíva ako liečivá rastlina (Kresánek a Kresánek, 2008) Rovnako ako ostatné hlohy je významným zdrojom nektáru a peľu pre včely v jarnom období (Švamberg, 2014). Produkcia nektáru a peľu je počas kvitnutia hlohu v máji a júni hodnotená ako stredná. Peľ má pre včely dobrú výživnú hodnotu. Peľové obnôžky sú zelenkasto žlté (Haragsim, 2016; Pritsch, 2016).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn hlohu jednosemenného sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 40,73 – 54,49 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn) 20,69 – 34,48 μm (tab. 13).

Tabuľka 13 Základné veľkostné parametre peľových zŕn hlohu jednosemenného

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	50	47,61	40,73	54,49	6,22
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	50	27,58	20,69	34,48	10,94
P/E – index tvaru		1,72	1,96	1,58	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné (25 – 50 μm) až veľké peľové zrná (50 – 100 μm)

Tvar peľových zŕn (P/E) – pretiahnutý (1,33 – 2,00)

Obrys peľových zŕn – okrúhle

Počet a tvar apertúr – trojkolporátne, brázdy dlhé, ktoré siahajú na 90 % k pólom, vo vnútri granulované, póry ponorené, prekryté

Skulptúra exiny – prúžkovaná, perforovaná, hrebienky mierne až meandrovito (kl'ukato) zvlnené, ktoré sa stáčajú v oblasti pólom

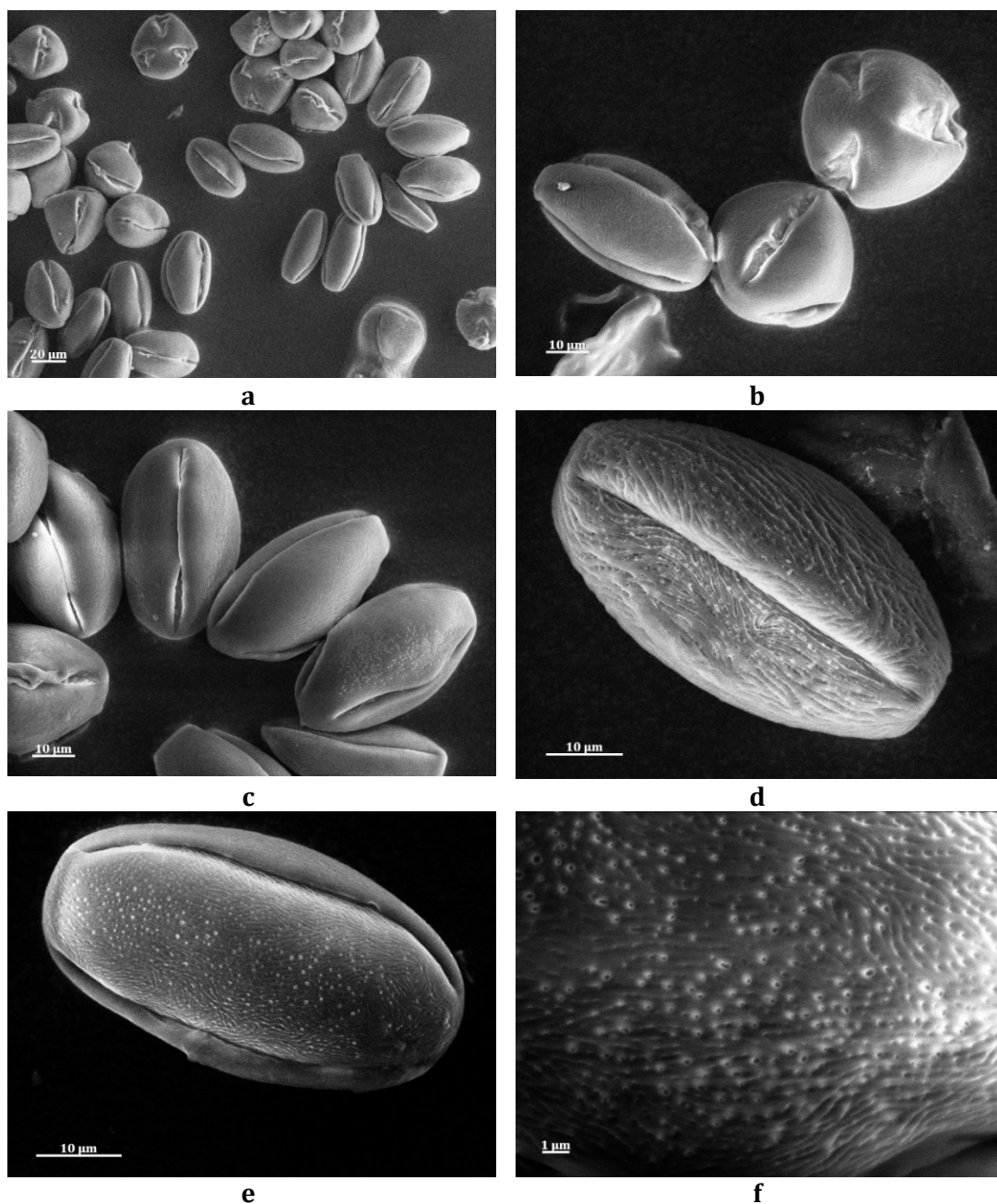
Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na klíčiace otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 4(a – f).

Zistené charakteristiky peľových zŕn hlohu jednosemenného sú v súlade s predošlými pozorovaniami peľových zŕn pri väčšine druhoch rodu *Crataegus*. Peľové zrná *Crataegus monogyna* sú charakterizované ako izopolárne trikolporátne monády. Z hľadiska veľkosti patria do kategórie stredne veľkých peľových zŕn (25 – 50 μm). veľkosť hydratovaného peľu je 41 – 50 μm . Najkratšia dĺžka polárnej osi v ekvatoriálnom zobrazení je 26–30 μm a maximálna 36 – 40 μm . Priemer ekvatoriálnej osi je 31 – 35 μm . Podľa pomeru P/E sú peľové zrná sploštené. Z pohľadu pólom je ich obrys kruhovitý, pri suchých peľových zrnách laločnatý. Dominantná orientácia je šikmá. Skulptúra exiny je mnohojzbová (prechodný typ medzi brázdovitou a prúžkovanou), prúžkovaná, perforovaná (Bombosi a Heigl, 2020). Do kategórie stredne veľkých peľových zŕn zaradujú Baranec et al. (1995) peľ viacerých zástupcov čeľade Rosaceae, vrátane troch druhov rodu *Crataegus* – *C. monogyna*, *C. laevigata* a *C. lindmanii*. Skulptúru exiny opisujú ako sieťovitú až svalcovitú. Wrońska-Pilarek et al. (2013) zistili, že rodičovské druhy *C. monogyna* a *C. laevigata* majú menšie peľové zrná ako ich hybridy. Potvrdzujú však, že peľové zrná *C. monogyna* patria

do kategórie peľových zŕn strednej veľkosti (25,1 – 50 μm) s priemernou dĺžkou polárnej osi 37,09 μm a ekvatoriálnej 32,09 μm . V rámci tvarovej variability pozorovali plocho-gulovité, gulovité až slabo pretiahnuté peľové zrná. Podľa tvaru a počtu brázd definujú peľ ako trizonokolporátny. Gulovité peľové zrná pozorovali pri *C. oxyacantha* (*C. laevigata*) aj Konyar a Dane (2012). Podobné morfologické charakteristiky peľových zŕn majú aj iné druhy rodu *Crataegus*. Trikolpátne peľové zrná strednej veľkosti, pretiahnutého tvaru s prúžkovanou ornamentáciou exiny a perforáciami na povrchu má druh *Crataegus babakhanloui* (Hamideh et al., 2012). Detailnú morfologickú charakteristiku peľových zŕn *Crataegus monogyna* prinášajú Hebda et al. (1988). Okrem všeobecných znakov peľu, ktoré sú charakteristické pre peľ hlohu ako izopolárne, radiálne symetrické monády, priečne eliptické až kruhové v ekvatoriálnom zobrazení, trojlaločné, kruhové až trojuholníkovité, slabo sploštené až gulovitého tvaru, trojkolpátne až trojkolporátne, prinášajú opis ďalších jemných štruktúr ako sú detaily na brázdach (kolpi). Podľa ich pozorovaní brázdy na peľových zrnách siahajú až na 90 % k pólom, brázdy sú stredne hlboké, široké do 4 μm , mierne zúžené v rovníkovej oblasti (do 10 μm) a s chlopňami pórov (flaps). Oblasť pórov nevýrazná až mierne diferencovaná. Endoapertúra siaha od nepravidelne ohraničenej štrbiny až po veľké pravouhlé otvory (5 μm vysoké a 2 – 3 μm široké) ohraničené úzkymi chlopňami pórov tvorenými až 10 μm dlhým rozšírením okraja brázdy v oblasti sexiny, často so zvlneným okrajom, niekedy v oblasti rovníka s mierne zdvihnutým rovníkovým mostíkom. Podobne autori detailnejšie opisujú štruktúru exiny, ktorá je podľa ich pozorovaní tektátno-perforátna 1,0 – 1,5 μm hrubá, nexina 0,3 – 0,5 μm hrubá, stĺpiky zreteľné 0,3 – 0,4 μm vysoké, tektum hrubé 0,3 – 0,5 μm , skulptúra peľových zŕn v svetelnom mikroskope sa javí vrúbkovaná až jemne prúžkovaná, v rastrovacom mikroskope mnohojazvová až prúžkovaná s perforáciami medzi hrebeňmi, hrebene krátke, mierne klukaté, občas výrazne zakrivené so slučkami, prevažne paralelné s brázdou, občas meandrovité 0,2 – 0,3 μm široké, cca 8 – 9 anastómami na 10 μm , perforácie 0,1 – 0,2 μm často prekryté hrebeňmi, brázdy na dne granulované.

Zrelé peľové zrná v čase uvoľňovania z peľníc sú dvojbunkové (Baranec et al., 1999). Pre druh *Crataegus monogyna* je typická cudzoopelivosť a autoinkompatibilita (Vašková a Kolarčík, 2019), resp. čiastočná autoinkompatibilita (Chacoff et al., 2008).

Fotodokumentácia



Obrázok 4 Peľové zrná hlohu jednosmenného: a – b) peľové zrná z rôznych uhlov pohľadu, c) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade s detailom brázd, d) prúžkovaná skulptúra exiny, e) perforácie exiny, f) detail exiny.

Foto: S. Motyleva, R. Ostrovský

4.5. EBENOVNÍK RAJČIAKOVÝ *Diospyros kaki* L.

Taxonómia: Angiospermae, Ebenales, Ebenaceae – ebenovníkovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: ebenovník rajčiakový (kaki) (Červenka a kol., 1986)

Synonymá v latinskom jazyku: *Embryopteris kaki* (Thunb.) G. Don

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN Chinese persimmon, Japanese persimmon, Oriental persimmon, kakee plum, kaki, CS tomel japonský, DE Chinesische Dattelpflaume, Kakipflaume, PL Hurma wschodnia, UA Хурма східна, хурма далекосхідна, RU цхурма восточная (Gutzerová, 2023; Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základný počet chromozómov $x = 15$. Pestované kultivary *Diospyros kaki* sú hexaploidy $2n = 6x = 90$ (Sugiura, 2000).

Rozšírenie vo svete: Druh je pôvodný v Číne. Pestované hexaploidné kultivary vznikli polyploidizáciou z diploidného predchodcu v južnej Číne (Kanzaki, 2016).

Rozšírenie na Slovensku: Na území Slovenska sa vyskytuje iba ako pestovaný druh.

Ekológia: Fanerofyt. Kvitnutie apríl – máj. V pôvodných oblastiach výskytu rastie v primárnych a sekundárnych lesoch, v krovinách a na horských svahoch. (Gutzerová, 2023).

Botanická charakteristika: Opadavý strom alebo ker 3 – 15 m vysoký. Listy striedavé, jednoduché, podlhovasto-eliptické, až 25 cm dlhé, kožovité, tmavo zelené. Kvety jednopohlavné. Samičie kvety väčšie ako samčie, jednotlivo na minuloročných výhonkoch. Koruna zvonkovitá, žltobiela, štvordielny kalich s výraznými cípmi. Samčie kvety jednotlivo alebo v skupinkách po 2 – 3, so žltobielou zvonkovitou korunou a plstnatým kalichom. Plod je takmer guľovitá alebo sploštená, či pretiahnutá bobuľa s trvácim kalichom. Mnoho odrôd má iba samičie kvety. Potrebný je vhodný opel'ovač. Farba plodov žltlooranžová až červená s tenkou, hladkou, oinovatenou pokožkou. Semená podlhovasto elipsovité, hnedé, ploché, v počte 6 – 8 v plode. Pestované odrody sú partenokarpické, bezsemenné (Valíček a kol., 2002).

Hospodárske využitie: Pestuje sa pre plody s vysokým obsahom vitamínu C a ďalších bioaktívnych látok ako ovocný druh. Liečivý potenciál majú aj listy ebenovníka (Butt et al., 2015). Pri ebenovníkoch samčie kvety poskytujú opel'ovačom nektár aj peľ, zatiaľ čo samičie iba nektár. Opel'ovače navštevujú oba typy kvetov bez rozdielu, čím zabezpečujú cudzoopelenie (Aluri, 2021). Najdôležitejšími opel'ovačmi sú včela medonosná a čmeliaky. Prahová hodnota pre násadu plodov je 27 peľových zŕn a tento počet zabezpečí už jedna návšteva opel'ovača (Kamo et al., 2022).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn ebenovníka rajčiakového sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 47,65 – 68,42 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn) 26,70 – 37,08 μm (tab. 14).

Tabuľka 14 Základné veľkostné parametre peľových zŕn ebenovníka rajčiakového

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	50	58,03	47,65	68,42	6,48
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	50	31,89	26,7	37,08	7,28
P/E - index tvaru		1,81	1,78	1,84	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné (25 – 50 μm) až veľké peľové zrná (50 – 100 μm)

Tvar peľových zŕn (P/E) – pretiahnutý (1,33 – 2,00)

Obrys peľových zŕn – trojlaločné z polárneho pohľadu

Počet a tvar apertúr – trojkolporátne, brázdy dlhé, zužujú sa k pólom, vo vnútri granulované. póry ponorené, neprekryté

Skulptúra exiny – jemne prúžkovaná, prúžky krátke v skupinkách, prebiehajú viacerými smermi

Najdôležitejšie morfológické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na klíčiace otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 5 (a – j).

Väčšina opísaných morfológických znakov peľových zŕn *Diospyros kaki* je v súlade s popisom peľu zástupcov čeľade Ebenaceae, pri ktorých sú peľové zrná takmer guľovité až pretiahnuté, trojkolporátne, hladké až veľmi jemne bradavičkovité s podlhovastými brázdami, veľké od 24 x 20 μm do 75 x 60 μm [(P/E) (0,9) 1,2 – 1,5] (Wallnöfer, 2001).

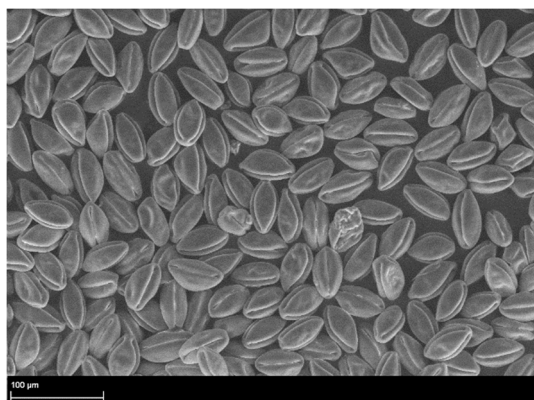
Opel'ovačmi ebenovníka sú najmä včely a čmeliaky. Ukázalo sa, že včely môžu byť menej efektívni opel'ovači, pretože včelí návštevníci samičích kvetov prenášali na povrchu tela menej peľových zŕn ebenovníka ako čmeliaky. Okrem toho včely pred peľom ebenovníka uprednostňovali peľ z d'ateliny lúčnej a sumachovca (Nakamura et al., 2020). Xu et al. (2013) našli a identifikovali androdioecické exempláre *Diospyros* spp., ktoré produkovali 8 000 až 12 600 peľových zŕn na peľnicu, čo predstavovalo 110 000 až 222 000 peľových zŕn na kvet. Priemer peľu bol okolo 50 μm. Klíčivosť peľu sa pohybovala od 10 do 40 %. Materiál by mohol byť vhodný pre šľachtiteľské účely. S podobným cieľom využitia v šľachtiteľských programoch bol získaný neredukovaný peľ *D. kaki* (Mai et al., 2019). Pri komerčných kultivaroch ebenovníkov je skôr žiadúca, alebo dôležitá vysoká vitalita peľu. De Campos et al. (2015), ktorí sledovali vitalitu peľu *D. kaki* a *D. virginiana* zistili pri kultivari *D. kaki* 'Pomelo' životaschopnosť peľu až 92,18 – 97,67 % a *D. kaki* 'Mikado' 85,87 – 98,39 %. Ukázalo sa, že peľ kultivaru *D. kaki* 'Mikado' bol životaschopný aj v kvetoch na konci kvitnutia. Rovnako vysoká životaschopnosť peľu bola aj pri druhu *D. virginiana* v rozpätí od 95,51 do 97,24 %.

Pomerne detailnú charakteristiku peľových zŕn *Diospyros kaki* prináša Grygorieva a Abrahámová (2013). Peľové zrná charakterizujú ako radiálne symetrické izopolárne monády strednej veľkosti, podľa počtu a usporiadania apertúr zonet trojkolporátne.

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

Tvarový index 1,81 určuje tvar peľu ako pretiahnutý alebo takmer guľovitý. Autori uvádzajú dĺžku polárnej osi v rozpätí od 43,97 do 54,06 μm a ekvatoriálnej osi od 24,58 do 32,47 μm . Povrch peľových zŕn hladký, bez perforácií. V ďalšej práci Grygorieva et al. (2010) hodnotili morfologické znaky peľových zŕn druh *Diospyros kaki*, ale aj druhov *Diospyros virginiana*, *Diospyros lotus* a medzidruhového kríženca *D. virginiana* a *D. kaki*. Peľové zrná všetkých taxónov hodnotia ako izopolárne, radiálne symetrické a trojkolporátne monády. Uvádzajú, že priemerná dĺžka polárnej osi sa pohybovala od 48,0 (*D. lotus*) do 71,19 μm (*D. virginiana* \times *D. kaki*) a ekvatoriálnej osi od 23,56 μm (*D. virginiana*) do 33,14 μm (*D. virginiana* \times *D. kaki*). Peľové zrná zaraďujú do kategórie stredne veľkých. Podľa tvarového indexu od 1,75 (*D. kaki*) po 2,18 (*D. virginiana*) definujú peľové zrná ako pretiahnuté alebo takmer guľovité. Rozdiely v rozmeroch peľových zŕn pripisujú medzidruhovej a vnútrodruhovej variabilite rodu *Diospyros*. Hodnotením vnútrodruhovej variability *Diospyros virginiana* sa zaoberala Grygorieva et al. (2013). Porovnávali rozdiely medzi morfologickými znakmi peľových zŕn deviatich genotypov *D. virginiana*. Všetky peľové zrná hodnotia ako radiálne symetrické, izopolárne trojkolpátne monády. Hodnoty dĺžky polárnej osi namerali v rozpätí od 51,94 do 78,60 μm a pre ekvatoriálnu os od 23,00 do 42,71 μm . Skulptúru exiny charakterizujú ako perforovane zvlnenú alebo zvrásnenú a slabo perforovanú. Konštatujú, že vhodná kombinácia morfologických znakov peľových zŕn môže prispieť k identifikácii peľu *D. virginiana*. Zhang et al. (2016) na základe hodnotenia morfologických znakov 8 druhov rodu *Diospyros* rôznej ploidity konštatujú, že veľkosť peľových zŕn je v pozitívnej korelácii s veľkosťou genómu. Najviac preukazné rozdiely medzi druhmi zaznamenali pri dĺžke a šírke brázd trojkolpátnych peľových zŕn. Rozdiely zistili tiež v dĺžke polárnej osi, ktorá sa pohybovala od 24,7 do 52,8 μm a ekvatoriálnej osi, ktorá bola v rozpätí od 23,8 do 47,9 μm . Tvar peľových zŕn opisujú ako takmer guľovitý, čo je v súlade s inými pozorovaniami pri druhoch rodu *Diospyros*. Skulptúru exiny charakterizujú ako prúžkovanú (striata).

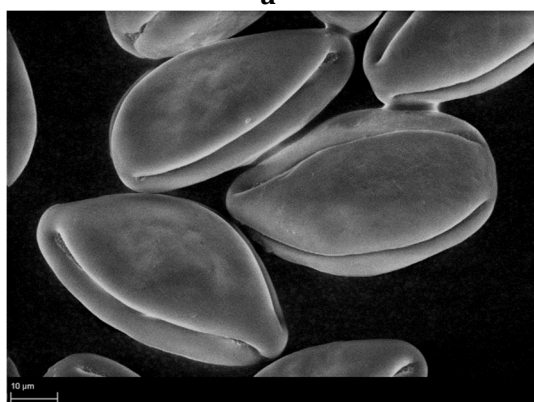
Fotodokumentácia



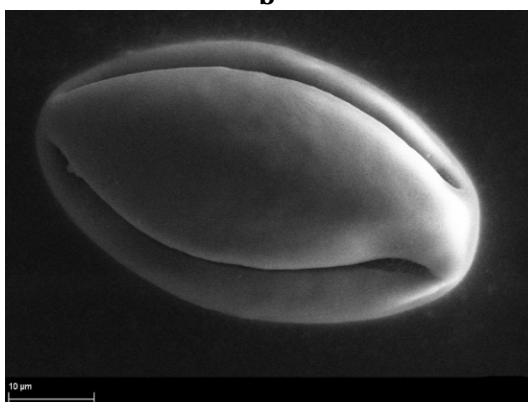
a



b



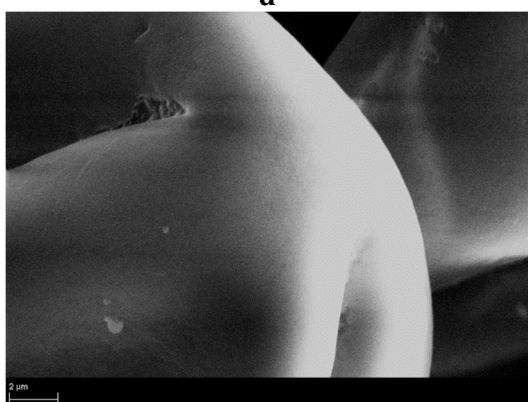
c



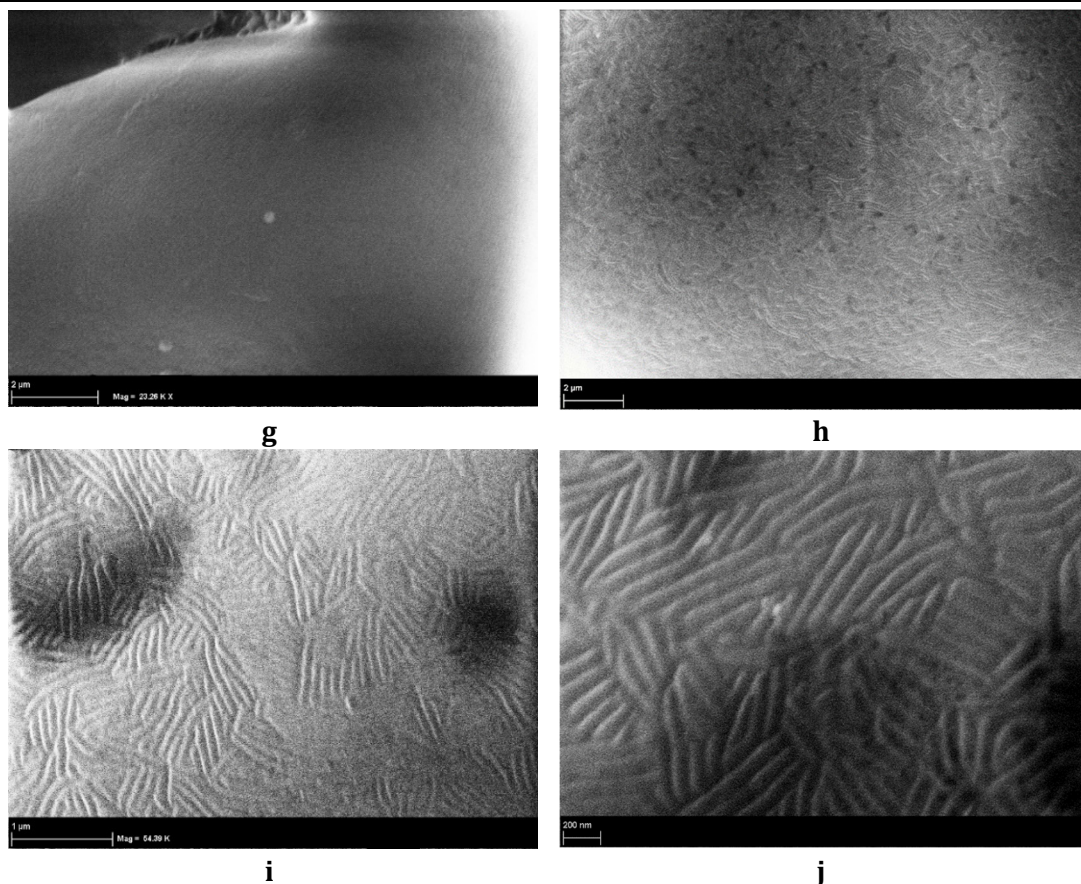
d



e



f



Obrázok 5 Peľové zrná ebenovníka rajčiakového: a – c) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade, d) peľové zrno s detailom mezokolpia, e) brázda peľového zrna, f) polárna oblasť peľového zrna, g) detail polárnej oblasti, h) jemne prúžkovaná skulptúra exiny, i – j) detaily usporiadania prúžkov exiny.

Foto: S. Motyleva, R. Ostrovský

4.6. SLNEČNICA ROČNÁ *Helianthus annuus* L.

Taxonómia: Angiospermae, Asterales, Asteraceae Martynov –astrovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: slnečnica ročná (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Helianthus macrocarpus* DC., *H. annuus* var. *macrocarpus* (DC.) COCKERELL

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: **EN** common sunflower, **CS** slnečnice roční, **DE** Sonnenblume, Gewöhnliche Sonnenblume, **PL** Słonecznik zwyczajny, **UA** Соняшник звичайний, соняшник однорічний, **RU** Подсолнечник однолётный, Подсолнечник масличный (Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základný počet chromozómov $x = 17$, diploidné druhy slnečnice majú 34 chromozómov $2n = 2x = 34$.

Rozšírenie vo svete: Pôvodom zo Severnej Ameriky, pestovaná po celom svete. Splanieva v Severnej a Južnej Amerike, Európe, západnej, juhozápadnej a juhovýchodnej Ázii, v južnej Afrike a Austrálii. (Kirschner a Šída, 2004).

Rozšírenie na Slovensku: Na území Slovenska sa vyskytuje ako pestovaný druh, ktorý občas splanieva (Marhold a Hindák, 1998). To znamená, že sa rozšíri do voľnej prírody a rastie divo, voľne sa rozmnožuje. Stane sa divorastúcou rastlinou.

Ekológia: Terofyt. Svetlomilná, krátkodenná rastlina. Vyžaduje pôdy bohaté na živiny, hlavne dusík. Uprednostňuje teplejšie oblasti, pestuje sa v nížinách a pahorkatinách. Kvitnutie jún – september (Kirschner a Šída, 2004).

Botanická charakteristika: Jednoročná bylina s bohato rozvetvenou koreňovou sústavou siahajú do hĺbky 2 a viac metrov. Pestované hybridy s priamou nerozvetvenou stonkou, vysoké od 50 do 500 cm, s priemerom stonky od 1 do 10 cm. Idiotyp produkčnej slnečnice so strednou výškou 160 – 180 cm (Seiler, 1997). Listy striedavé, stopkaté, čepeľ srdcovito–vajcovitá až trojuholníkovitá, na okraji pílkovitá, dlhá 15 – 35(–40) cm a široká 10 – 30 cm, drsno štetinато chlpatá. Súkvetím je úbor. Úbory jednotlivé, koncové, v priemere 15 – 30(–65) cm, mierne sklonené, otáčajúce sa za slnkom; zákrov viacradý, široko miskovitý, zákrovné listene strehovito usporiadané; lôžko úboru ploché alebo mierne vyklenuté, s plevkami drobno ochmýrenými. Úbor je tvorený dvoma typmi kvetov, po obvode úboru sú vyvinuté jazykovité kvety a v strede úboru rúrkovité kvety. Jazykovité kvety sú žlté, v počte 20 – 70 a sú lákadlom pre opel'ovačov. Rúrkovité kvety v počte 1 000 až 1 200 výnimočne až 4 000 sú žlté s červenými cípmi a tmavými peľnicami. Z obojpohlavných rúrkovitých kvetov sa vyvinú plody – nažky bielosivej až čiernej farby. Nažky sú sčasti obalené plevkami, sploštené, v obryse vajcovité s klinovitou bázou (Kirschner a Šída, 2004). Slnečnica je entomofilná rastlina, opel'ovaná najmä včelami.

Hospodárske využitie: Štvrtá najvýznamnejšia olejnina s celosvetovou produkciou 19,84 milióna ton v roku 2021/22 (Shahbandeh, 2023), krmovina, potravina a okrasná rastlina. Poskytuje dieteticky hodnotný, vysoko kvalitný olej vzhľadom na vysoký obsah

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

kyseliny linolovej. Má vysokú výživovú hodnotu aj pre obsah iných látok, napr. karotenoidov. Slničnica je významná medonosná rastlina s produkciou viac ako 40 kg nektáru a viac ako 80 kg peľu na hektár (Skorić, 2009). Produkcia nektáru na jeden kvet za deň je 0,36 mg, cukornatosť nektáru 47–53 % a množstvo cukru 0,17 – 0,19 mg (Haragsim, 2016). Produkcia peľu a nektáru počas kvitnutia je hodnotená na dobrej úrovni (Pritsch, 2016). Nektár a peľ poskytuje včelám v letnom období (Švamberg, 2014). Peľové obnôžky majú oranžovo žltú farbu (Haragsim, 2016).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn slnčnice ročnej sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 40,23 – 50,11 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi v rozpätí 37,95 – 47,87 μm (tab. 15).

Tabuľka 15 Základné veľkostné parametre peľových zŕn slnčnice ročnej

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	40	47,50	40,23	50,11	4,09
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	40	45,02	37,95	47,87	4,43
P/E – index tvaru	40	1,06	0,99	1,09	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné peľové zrná (25 – 50 μm)

Tvar peľových zŕn (P/E) – takmer guľovité peľové zrná (1 – 1,14)

Obrys peľových zŕn – okrúhle

Počet a tvar apertúr – trojkolporátne

Skulptúra exiny – ostnatá, perforovaná

Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacie otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 6 (a – f).

Slničnica je entomofilný druh, ktorý poskytuje opel'ovačom nektár a peľ (Perrot et al., 2019). Včely, ktoré zbierajú nektár sú častejšími návštevníkmi kvetov slnčnice v porovnaní so včelami, ktoré zbierajú peľ. Maximálna návštevnosť *Apis mellifera* na kvetoch slnčnice bola pozorovaná na druhý až tretí deň kvitnutia, a to v ranných hodinách medzi 7 a 8 hodinou. Návštevnosť opel'ovačov mala vplyv na výšku úrod. Rastliny s prístupom k opel'ovačom dosiahli o 43 % vyššiu úrodu nažiek (Chambó et al., 2011). Ak sú kvety slnčnice izolované pred opel'ovačmi obsahujú viac nektáru, avšak po sprístupnení kvetov opel'ovačom sa návštevnosť izolovaných a voľne prístupných kvetov rýchlo vyrovná (Prasifka et al., 2023).

Produkcia peľu slnčnice závisí od kumulatívnych účinkov teploty vzduchu a vlhkosti. Za optimálne sa považujú teploty medzi 21 – 25 °C a relatívna vlhkosť vzduchu 57 % (Astiz a Hernández, 2013). Slničnicový peľ napriek hojnosti produkovaného peľu môže mať nízky obsah bielkovín a esenciálnych aminokyselín, najmä metionínu a tryptofánu, čo nemusí postačovať pre splnenie výživových požiadaviek včelstiev (Nicolson a Human, 2012). Hoci peľ slnčnice má nižšiu nutričnú hodnotu obsahuje látky, ktoré chránia

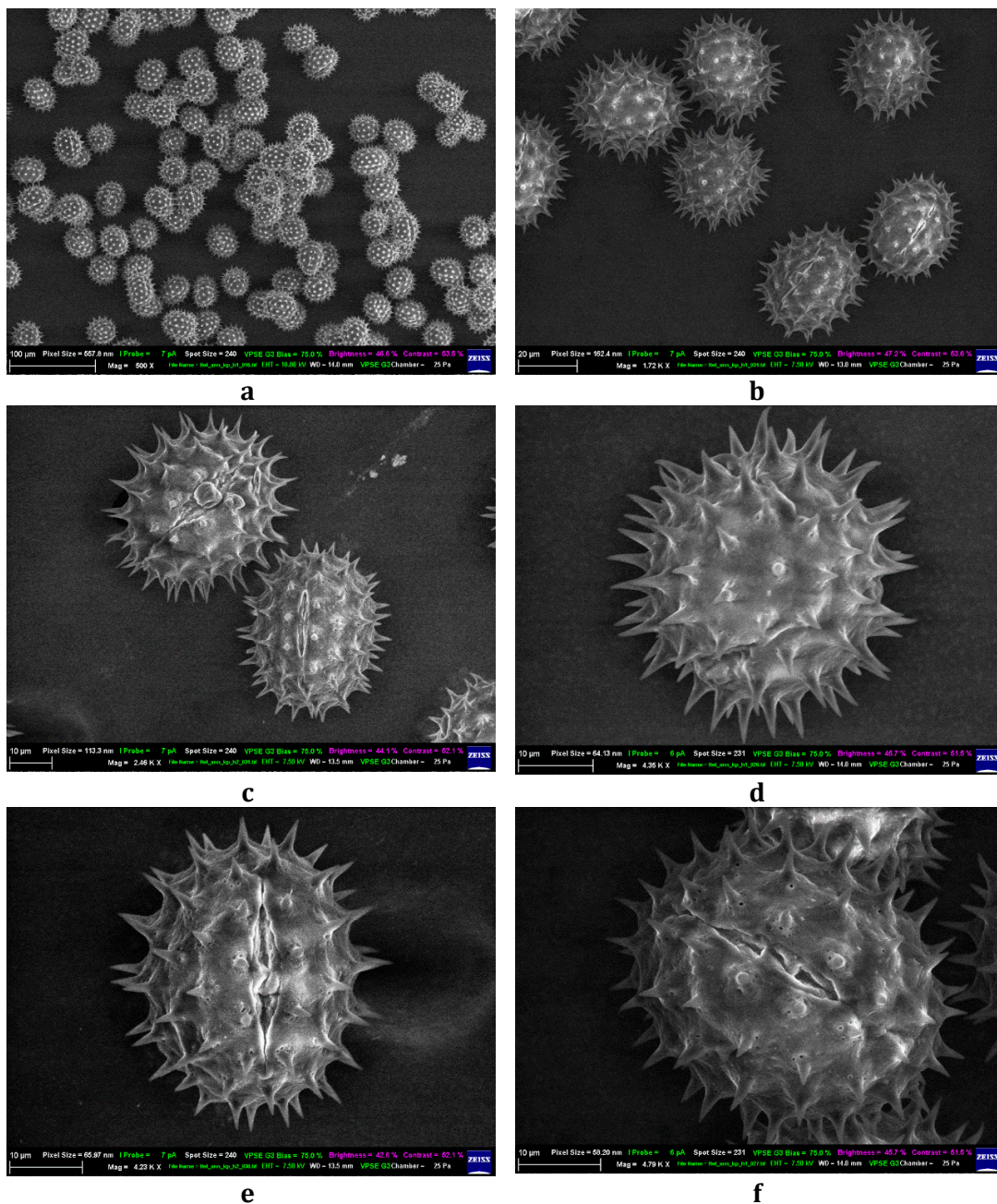
včelstvá pred patogénmi. Zistilo sa, že pri čmeliakoch kŕmených zmesou peľu slnečnice a divorastúcich kvetov v rovnakom pomere sa niekoľkonásobne znížila prevaha a intenzita infekcie *Crithidia bombi* (Giacomini et al., 2021).

Zrelé peľové zrná slnečnice sú trojbunkové (Gotelli et al., 2008). Z morfológického hľadiska sú peľové zrná slnečnice charakterizované ako izopolárne trojkolporátne monády strednej veľkosti (26 – 50 μm). Halbritter et al. (2020) uvádza veľkosť hydratovaného peľu 26 – 30 μm , dĺžku polárnej osi (P) 26 – 30 μm a priemer (E) peľových zŕn 26 – 30 μm . Na základe pomeru P/E sú peľové zrná považované za pretiahnuté. Obrys suchých peľových zŕn z pohľadu pólů sa javí guľovitý. Dominantná orientácia je šikmá. Štruktúra exiny je ostnatá, perforovaná. Veľkostné parametre peľu sa môžu líšiť v závislosti od pestovanej odrody. Klimko et al. (2000) zistili rozdiely vo veľkosti, hrúbke exiny, početnosti a dĺžke ostňův medzi tromi medzilíniovými odrodami slnečnice. Spoločnými znakmi boli stredná veľkosť peľových zŕn, takmer guľovitý tvar, ostnatá skulptúra exiny a tvar ostňův typický pre podčelad' Tubiflorae. Rozdiely v morfológii peľu a životaschopnosti peľu sa vyskytujú medzi odrodami rôznej proveniencie, pričom lepšie adaptované domáce odrody majú kvalitnejší peľ (Bonciu, 2013). Veľkosť a tvar peľových zŕn sa mení vplyvom stresových podmienok. Priemer peľových zŕn slnečnice sa menil v dôsledku stresovej reakcie na ošetrovanie herbicídmi imazapyr, avšak tvar a štruktúra exiny zostali nezmenené (Ochogaviá et al., 2020). Zvýšená environmentálna záťaž má negatívny vplyv na vývin peľu, morfológickú variabilitu peľových zŕn a životaschopnosť peľu (Mišík et al., 2006). Mikroskopické štúdium peľu slnečnice ukázalo, že benzopyrén z výfukových plynův vplyvom spôsobuje deformácie tetrad a peľových zŕn. Tvar tetrad sa zmenil z guľatého na polygonálny až nepravidelný a tvar peľových zŕn z guľatého na nepravidelný. Zmenil sa tiež obrys peľových zŕn z okrúhleho na trojuholníkovitý (Baghali et al., 2011). Zberateľnosť peľu rastlín s ostnatou exinou akú majú druhy z čeladi *Asteraceae*, *Malvaceae* a *Cucurbitaceae* závisí od veľkosti peľových zŕn a dĺžky ostňův. Zistilo sa, že dva druhy čmeliakov vôbec nezberali peľ z týchto druhův a problémy so zberom peľu mali aj včely pri zbere peľu uhoriakov a bavlníka. Predpokladá sa, že prekážkou by mohli byť ostne exiny na povrchu peľových zŕn (Hao et al., 2020). Tento predpoklad potvrdzujú predošlé pozorovania, keď menší peľ slnečnice zbierali opel'ovače pomerne ľahko, na rozdiel od peľu bavlníka, ktorý má dlhšie ostne (Vaissière a Vinson, 1994). Opačný názor na zberateľnosť peľu v závislosti od štruktúry exiny uvádzajú Konzman et al. (2019). Pozorovali, že pri šiestich druhoch rastlín s ostnatým peľom sa nevyskytujú rozdiely v uprednostnení návštevnosti čmeľom zemným. Predpokladajú, že nie morfológické vlastnosti peľu, ale obsah peľových zŕn bude dôležitejší pre výber opel'ovačov.

Tvar a farba peľu slnečnice sa môže meniť počas sezón v oblastiach, kde sa slnečnica vysieva dvakrát ročne, na jar a na jeseň. Tvar peľových zŕn sa nemenil, zatiaľ čo pri niektorých odrodách boli pozorované rozdiely vo farbe peľu. Nevýznamné rozdiely boli zistené tiež v životaschopnosti peľu (Razzaq et al., 2015).

Štruktúra exiny peľových zŕn slnečnice a odolnosť sporopolenínu, z ktorého je zložená (Horner a Pearson, 1978) predstavujú vhodný materiál pre vytvorenie mikrokapsúl vhodných pre transport rôznych látok ako sú napr. liečivá (Mundargi et al., 2016).

Fotodokumentácia



Obrázok 6 Peľové zrná slnečnice ročnej: a – b) ostnaté peľové zrná, c) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade, d) peľové zrnko v polárnom pohľade, e) detail zloženej apertúry – kolpóra, f) peľové zrnko s apertúrou v šikmom pohľade.

Foto: R. Ostrovský

4.7. HLUCHAVKA PURPUROVÁ

Lamium purpureum L.

Taxonómia: Angiospermae, Lamiales, Lamiaceae Lindley (syn. Labiateae Juss.) – hluchavkovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: hluchavka purpurová (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Lamiopsis purpurea* (L.) Opiz

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN red dead-nettle, purple dead-nettle, or purple archangel, CS hluchavka nachová, DE Purpurrote Taubnessel, PL Jasnota purpurowa, UA Глух́а кропив́а пурпурова, RU Ясно́тка пурпурна́я (Cibulka, 2023; Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základné chromozómové číslo pri druhoch *Lamium* je $x = 9$. Druh je diploidný $2n=18$ (Kmeťová, 1993; Mennema, 1989).

Rozšírenie vo svete: Rastie takmer v celej Európe, aj za polárnym kruhom a na Islande, smerom na východ sa areál znižuje. Izolovane sa vyskytuje v severnej Afrike, v Malej Ázii a ostrovčekovite na Kaukaze. Bola zavlečená na Azorské a Kanárske ostrovy a aj do Ameriky (Cibulka, 2023; Mennema, 1989).

Rozšírenie na Slovensku: Pravdepodobne trvale zdomácnený alochtónny druh, ktorý rastie v pôvodných alebo druhotných rastlinných spoločenstvách. Hojne rozšírená na celom území, zvlášť v nižších polohách a teplejších oblastiach.

Ekológia: Terofyt (hemikryptofyt). Kvitnutie marec–september. Burina rastúca na stanovištiach antropického pôvodu, bohatých na dusík. Rastie na poliach, v záhradách, vo viniciach, na rumoviskách a smetiskách, popri plotoch a múroch. (Kmeťová, 1993).

Botanická charakteristika: Jednoročná alebo dvojročná rastlina, 10 – 30(–40) cm vysoká s priamou štvorhrannou páperistou byľou, často od bázy rozkonárenou. Listy vajcovité, vajcovito okrúhlasté alebo trojuholníkovito-vajcovité, na báze srdcovité, s vrúbkovaným okrajom, 1 – 5 x 1 – 3 cm veľké, dolné dlhostopkaté, horné kratučko stopkaté. Listene listového tvaru, menšie, fialkasté. Súkvetia terminálne paprasleny. Kvety sediace. Kalich trváci, 5 – 7 mm dlhý, zuby kalicha kopijovité. Koruna dvojplyskovitá, purpurovej farby, 10 – 18(–23) mm dlhá, rúrka koruny rovná, dlhšia ako kalich, horný pysk koruny vyklenutý, 4 – 6 mm dlhý, páperistý, bočné laloky čiarkovité, dolný pysk obrátene srdcovitý, 2 mm dlhý. Tyčinky s fialovými peľnicami, nitky tyčiniek chlpaté. Kvety sú zvyčajne chazmogamické. Plody sivé tvrdky vajcovito tetraedrické, 2 – 2,5 mm (Kmeťová, 1993; Mennema, 1989).

Hospodárske využitie: Hluchavka je liečivá rastlina (Salehi et al., 2019). Je zdrojom nektáru a peľu pre včely počas vegetačného obdobia od predjaria po jeseň (Švamberg, 2014). Produkcia nektáru je 1,60 mg na kvet, cukornatosť nektáru 56 % a množstvo cukru za deň 0,90 mg (Haragsim, 2016). Produkcia nektáru je hodnotená ako stredná a peľu ako malá (Pritsch, 2016). Peľ zbierajú včely do obnôžok, ktoré sú purpurovej až načervenelej farby (Haragsim, 2016).

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn hluchavky purpurovej sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 20,35 – 35,56 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn) v rozsahu 17,53 – 23,22 μm (tab. 16).

Tabuľka 16 Základné veľkostné parametre peľových zŕn hluchavky purpurovej

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	50	33,07	20,35	35,56	8,70
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	50	20,59	17,53	23,22	5,88
P/E – index tvaru		1,61	1,16	1,53	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – malé (10 – 25 μm) až stredné (25 – 50 μm) peľové zrná

Tvar peľových zŕn (P/E) – slabo pretiahnuté (1,14 – 1,33) až pretiahnuté (1,33 – 2,00)

Obrys peľových zŕn – trojuholníkovitý

Počet a tvar apertúr – trojkolpátne, brázdy dlhé, dno brázd granulované, póry prekryté

Skulptúra exiny – sieťkovaná, perforovaná

Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacie otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 7 (a – j).

Zistené morfologické znaky peľových zŕn hluchavky purpurovej sú v súlade s opisom peľových zŕn uvádzaných pre tento druh v palynologických databázach, ktoré charakterizujú peľ *Lamium purpureum* ako izopolárne trikolpátne monády strednej veľkosti (26 – 50 μm). Dĺžka polárnej osi hydratovaného peľu v ekvatoriálnej polohe je 26 – 30 μm . Najmenší priemer peľových zŕn v ekvatoriálnej polohe je 26 – 30 μm a najdlhší 31 – 35 μm . Podľa pomeru P/E sú peľové zrná izodiametrické, guľovitého tvaru. Pri pohľade z pólou majú kruhovitý tvar. Dominantná orientácia je šikmá. Obrys suchého peľu v polárnej polohe je eliptický. Apertúry sú ponorené. Membrána apertúr je výrazne zdobená. Štruktúra exiny je sieťkovaná, jemne sieťkovaná (Halbritter a Auer, 2020a).

Pri hodnotení morfologických znakov peľových zŕn je dôležité uvádzať stav peľových zŕn, keďže peľové zrná sa vyznačujú istým stupňom hydratácie a vodu môžu prijímať aj uvoľňovať. Stupeň hydratácie má veľký vplyv predovšetkým na skutočný tvar peľového zrna. V hydratovanom stave je väčšina peľových zŕn guľovitá, zatiaľ čo v suchom stave nadobúdajú rôzne tvary. Peľové zrná *Lamium maculatum* sú v hydratovanom stave guľovité s normálnym usporiadaním brázd v 120 stupňovom uhle, avšak v suchom stave sú pretiahnuté a sploštené, v polárnom pohľade s dvoma apertúrami umiestnenými v dlhšej rovine a jednou v kratšej rovine (Halbritter a Hesse, 2004).

Morfologické znaky peľových zŕn môžu byť použité ako pomocné klasifikátory pre zástupcov čeľade Lamiaceae na rodovej a druhovej úrovni. Doaigey et al. (2018) opísali pri 20 druhoch patriacich do 16 rodov šesť typov peľových zŕn. Okrem trojzonokolpátnych pozorovali tiež šesťzonokolpátny peľ. Veľkosť peľových zŕn varírovala medzi rodmi, ale nie medzi druhmi jedného rodu. Štruktúra exiny sa menila od jemne sieťkovanej až po hrubo sieťkovanú, megasieťkovanú, sieťkovano-perforovanú, dvojmo perforovanú až granulovanú. Použitelnosť morfologických znakov peľu pre klasifikáciu druhov čeľade Lamiaceae potvrdzujú aj Özaltan a Koçyiğ (2022) a Abu-Asab a Cantino (1994). Avšak viaceré znaky peľových zŕn sú spoločné pre viaceré rody. Pre rody *Lamium*, *Ajuga*, *Phlomis* sú typické znaky peľu voľné radiálne symetrické izopolárne, trojzonokolpátne, slabo pretiahnuté až pretiahnuté peľové zrná kde sexina je hrubšia ako nexina, tektum je brázdotité až sieťkovité. Firdous et al. (2015) zistili, že pre druhovú identifikáciu v rámci čeľade Lamiaceae sú najvýznamnejšími morfologickými znakmi peľu hrúbka a štruktúra exiny, zatiaľ čo tvar peľu a apertúry sú dôležité diagnostické znaky na medzirodovej úrovni.

Pre rozlíšenie druhov v podčeľadi Lamioideae pomocou palynomorfologických charakteristík sa ako taxonomicky najdôležitejšie ukázali mikromorfologické znaky exiny peľových zŕn ako jemnosť siete, hrúbka stien a počet sekundárnych ôk siete nad primárnou sieťou. Spoločnými znakmi peľových zŕn všetkých druhov boli radiálne až bilaterálne, symetrické a trojkolpátne monády malých až stredne veľkých rozmerov. Druhy sa líšili tvarom peľových zŕn od sploštených cez plocho guľovité až takmer guľovité. Rozmanitá bola tiež skulptúra exiny, ktorá sa javila ako sieťkovaná, jemne sieťkovaná a dvojito sieťkovaná. Skulptúrne prvky exiny vytvárali bradavičkovitú, púčikovitú, hrubú alebo hladkú povrchovú štruktúru peľu (Gul et al., 2020). Slabo pretiahnuté peľové zrná so sieťkovitou ornamentáciou sú charakteristické pre druhy *Lamium multifidum* a *Lamium orientale* (Atasagun et al., 2015) a tiež pre *Lamium cymballariifolium* (Özdemir a Baran, 2012). Širokú variabilitu morfologických znakov peľových zŕn v rode *Lamium* pozoroval Atalay (2016). Tvar peľových zŕn opisuje ako slabo sploštený až slabo pretiahnutý. Hodnoty pre dĺžku polárnej osi uvádza v rozpätí od 21,65 do 39,96 μm , pre ekvatoriálnu os od 22,54 do 40,18 μm . Podľa počtu a vzhľadu apertúr hodnotí peľ ako trojkolpátny s dĺžkou brázd v rozpätí od 14,42 do 32,90 μm a šírkou brázd od 2,96 do 12,43 μm . Pre plochu mezokolpia zaznamenal rozsah od 7,53 do 18,72 μm a rozmery apokolpia od 2,10 do 7,22 μm . Štruktúru exiny opisuje ako sieťkovitú, granulovanú, jemne sieťkovanú. Hrúbku exiny zaznamenal od 0,64 do 1,91 μm a intiny od 0,39 do 1,06 μm .

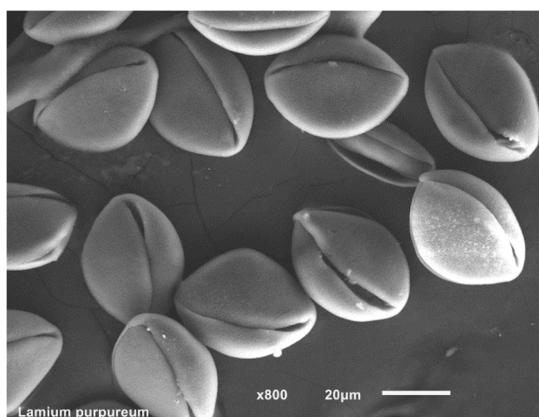
Takmer rovnako veľké peľové zrná ako *L. purpureum* má aj ružovokvitnúci balkánsky druh *Lamium garganicum*. Menšie rozmery dosahujú brázdy na peľových zrnách tohto druhu v porovnaní s hluchavkou purpurovou. Exina peľových zŕn *L. garganicum* je tenšia ako u hluchavky purpurovej a hluchavky škvrnitej. Rozdiely medzi druhmi sú tiež v ornamentácii exiny, *L. garganicum* má jemne sieťkovanú skulptúru, podobne ako *L. maculatum* na rozdiel od *L. purpureum* s bradavičkovitou štruktúrou, čo je však v rozpore so všeobecne uvádzanou charakteristikou peľu *L. purpureum* (Kallajxhiu et al., 2014). Denisow a Božek (2008) uvádzajú, že na rastlinách *Lamium purpureum* sa vyvíja

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

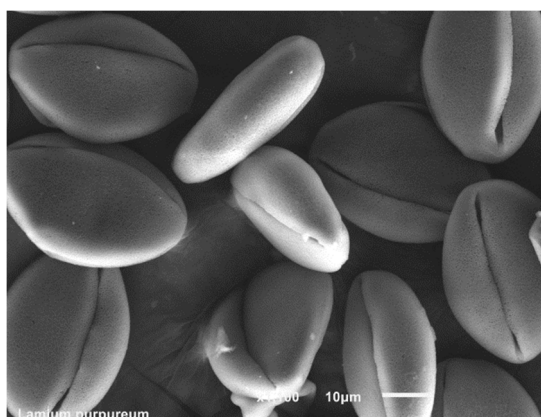
v priemere 38,3 – 46,8 kvetov, pričom produkcia peľu na 100 peľníc je 0,45 – 1,18 mg. Príbuzný druh s väčšími bielymi kvetmi *L. album* nesie podobný počet kvetov 30,4 – 58,9 a väčšie množstvo peľu (3,5 – 7,15 mg na 100 peľníc). Autori uvádzajú, že 80 % kvetov druhu *L. purpureum* je otvorených ráno o 8.00 hod. a *L. album* o 9.00 hod. Peľové zrná oboch druhov definujú ako pretiahnuté ($P/E=1,17$), trojzonokolpátne, strednej veľkosti s priemernou dĺžkou polárnej osi 35,8 a 30,08 μm a ekvatoriálnej osi 29,38 a 25,13 μm pre *L. purpureum* a *L. album* v uvedenom poradí. Stredne veľké peľové zrná hluchavky bielej podobnej veľkosti, ale s menším priemerom zaznamenali Sulborska et al. (2014), ktorí uvádzajú priemernú dĺžku polárnej osi (P) 25,8 μm a ekvatoriálnej osi (E) 24,2 μm . Pozorovali tiež odlišný tvar peľových zŕn, ktoré na základe pomeru P/E klasifikujú ako takmer guľovitý. V polárnej polohe sa peľové zrná javili trojuholníkovité, a v ekvatoriálnej eliptické. Peľové zrná mali tri brázdy. Povrch exiny medzi brázdami mal mikroperforácie, zatiaľ čo exina v brázdach bola nepravidelne zrnitá so zreteľnými zhlukmi granúl. Nektár kvetov hluchaviek láka opel'ovače. Zistilo sa, že kvety *Lamium album* obsahujú nektár s vysokým obsahom sacharidov a spolu s výskytom atraktantov akými sú vôňa kvetov, farba koruny a vzhľad tyčiniek lákajú opel'ovačov z nadčel'ade blanokrídleho hmyzu Apoidea (Sulborska et al., 2014).

Pri niektorých druhoch rodu *Lamium* sa okrem chazmogamických kvetov vyskytujú tiež kleistogamické kvety. Príkladom je burinný druh *Lamium amplexicaule*, ktorý sa môže vyskytovať spolu s *L. purpureum*. Sato et al. (2013) pozorovali, že podiel kleistogamických kvetov *Lamium amplexicaule* sa zvyšoval s frekvenciou výskytu *L. purpureum*, avšak koexistencia druhov nemala žiadny vplyv na produkciu semien z kleistogamických kvetov, čím sa nepotvrdila hypotéza o nepriaznivom účinku na reprodukciu prostredníctvom medzidruhového opelenia, ktoré by uprednostňovalo kleistogamické kvety, ktoré neprijímajú žiadny peľ. Kleistogamické kvety majú nízky pomer peľu a vajíčok okolo 200, zatiaľ čo v chazmogamických kvetoch je vyšší pomer peľu a vajíčok približne 600 (Lord 1980). Rozdielna je tiež životaschopnosť peľu. Vyššia bola zistená v kleistogamických kvetoch (Amer et al., 2023). Khalaf et al. (2023) identifikovali v heteroblastickom súkvetí tohto druhu 5 typov peľových zŕn, ktoré sa líšili v pomere polárnej a ekvatoriálnej osi, v pomere dĺžky a šírky brázd, apokolpia a šírky mezokolpia. Ostatné morfológické znaky peľu ako trojzonokolporátne, izopolárne, radiálne symetrické monády so sieťkovanou až jemne sieťkovanou skulptúrou boli charakteristické pre všetky typy kvetov.

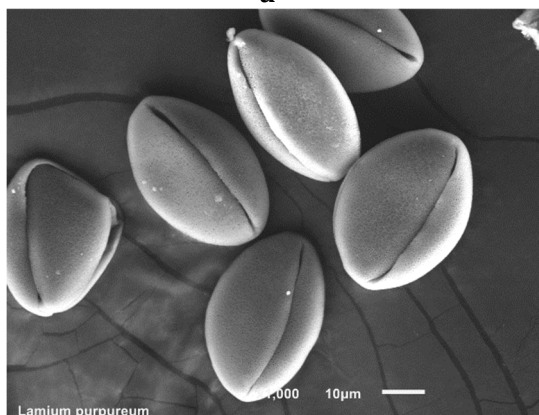
Fotodokumentácia



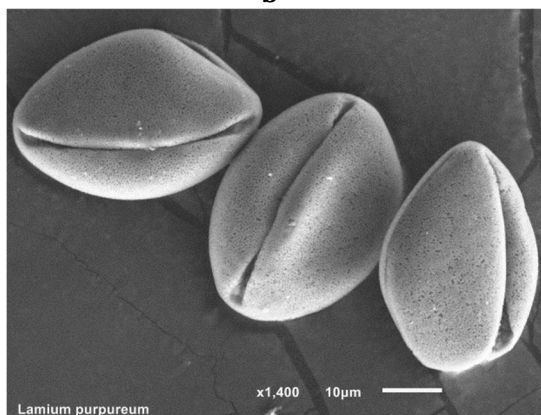
a



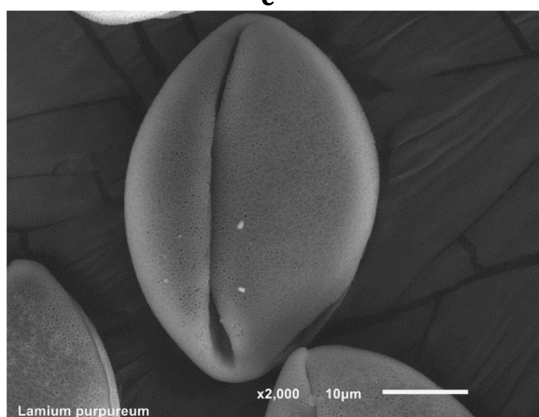
b



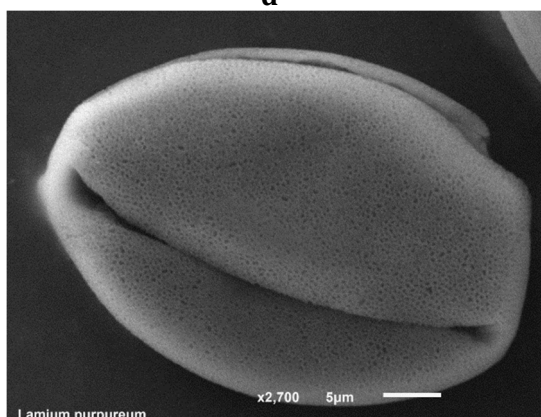
c



d

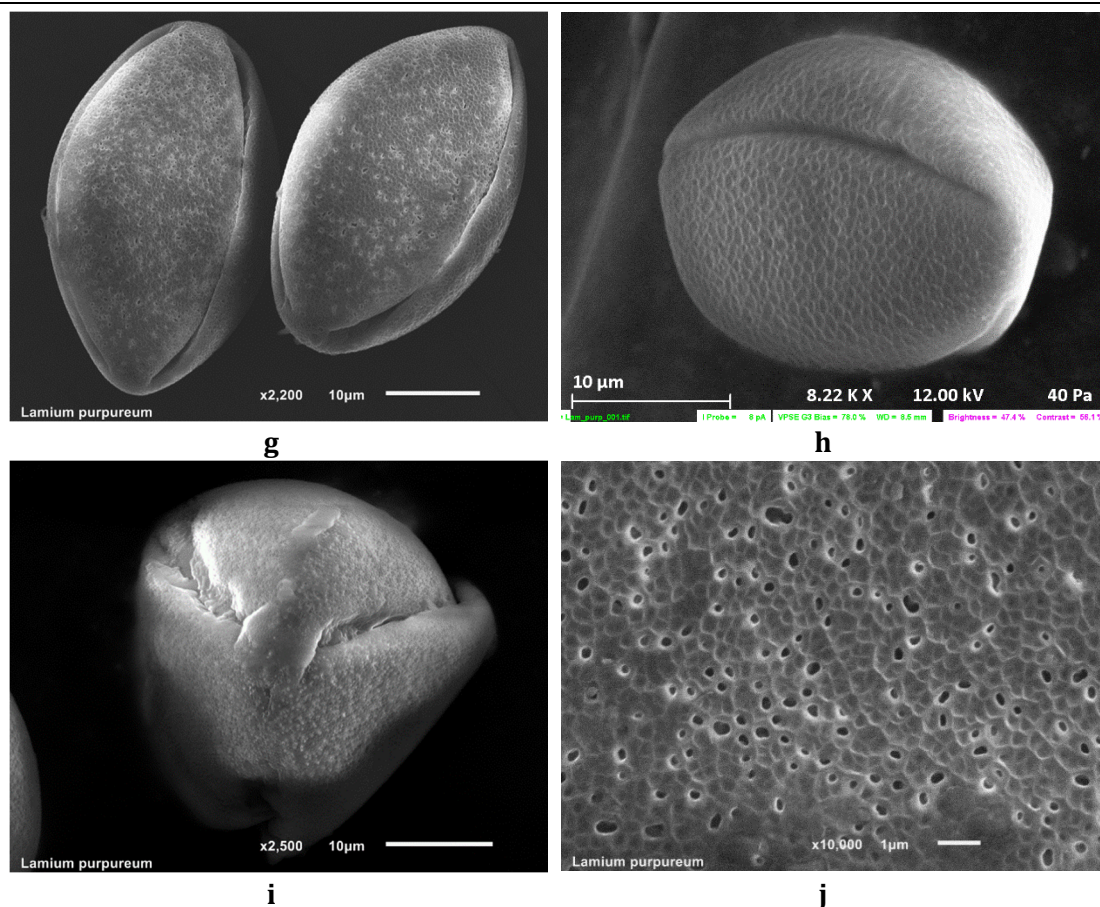


e



f

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín



Obrázok 7 Peľové zrná hluchavky purpurovej: a – d) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade, e) peľové zrno s detailom brázdy, f) peľové zrno s detailom mezokolpia, g) sieťkovitá skulptúra exiny, h) peľové zrno v šikmom pohľade, i) peľové zrno v polárnom pohľade, j) detail exiny s perforáciami.

Foto: S. Motyleva, R. Ostrovský

4.8. MAHÓNIA CEZMÍNOLISTÁ *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.

Taxonómia: Angiospermae, Berberidales, Berberidaceae Torrey et A. Gray – dráčovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: mahónia cezmínolistá (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Berberis aquifolium* Pursh

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN oregon grape, holly-leaved barberry, CS mahonie cesmínolistá, DE Gewöhnliche Mahonie, PL Mahonia pospolita, UA Магонія падуболиста, RU Магония падуболистная (Houska, 2023; Mansfeld's World Database)

Ploidia: *Mahonia aquifolium* je diploid $2n = 2x = 28$ s veľkosťou genómu $1C_x$ pre podrod Occidentales $1,17 \pm 0,02$ a Orientales $1,27 \pm 0,01$ pg (Rounsaville a Ranney, 2010).

Rozšírenie vo svete: Pochádza z pacifickej Severnej Ameriky. Pestuje sa v záhradách a parkoch, ojedinele splanieva (Jasičová, 1982).

Rozšírenie na Slovensku: Na území Slovenska sa vyskytuje ako pestovaný druh, ktorý ojedinele splanieva. Do kultúry bola zavedená už v roku 1895 ako vždyzelená rastlina (Benčať, 1982). Šíri sa aj do lesných porastov.

Ekológia: Nanofanerofyt. Kvitnutie máj–júl. Rastie takmer v akýchkoľvek podmienkach, najviac jej vyhovuje polotieň a ľahká vlhká pôda (Houska, 2023).

Botanická charakteristika: Vždyzelený ker vysoký 1–2 m. Listy striedavé, nepárno perovito zložené, kožovité, väčšinou trojjarmové, 10–20 cm dlhé. Lístky vajcovité až vajcovito–podlhovasté. Na vrchnej strane lesklozelené, na spodnej tmavozelené so zubato vykrajovaným okrajom. Kvety v strapcovitom súkvetí, trojpočetné, žltej farby. Plody tmavomodré, oinovatené, guľaté bobule, 8 mm veľké. Semená lesklé, červenohnedé (Jasičová, 1982; Houska, 2007).

Hospodárske využitie: Pestuje sa ako okrasný ker. Plody sú zdrojom antioxidantných látok (Coklar a Akbulut, 2017), antioxidantnú aktivitu a protizápalové účinky majú tiež listy aj kôra (Andreicut et al., 2018). Pre včely je zdrojom nektáru a peľu v predjarnom a jarnom období. Peľové obnôžky sú žlto–šedé (Švamberk, 2014; Haragsim, 2016). Produkcia nektáru je hodnotená ako stredná a peľu dobrá (Pritsch, 2016).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn mahónie cezmínolistej sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 36,7 – 46,98 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn) v rozpätí 31,78 – 40,31 μm (tab. 17).

Tabuľka 17 Základné veľkostné parametre peľových zŕn mahónie cezmínolistej

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P–dĺžka polárnej osi	50	41,88	36,78	46,98	4,75
E–dĺžka ekvatoriálnej osi	50	36,04	31,78	40,31	5,81
P/E – index tvaru		1,16	1,15	1,16	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, Min – minimum, Max – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné peľové zrná (25 – 50 μm)

Tvar peľových zŕn (P/E) – pretiahnutý (1,33 – 2,00)

Obrys peľových zŕn – okrúhle

Počet a tvar apertúr – pantokolpátne

Skulptúra exiny – bradavičkovitá

Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na klíčiace otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 8 (a – h).

Zistené morfologické charakteristiky mahónie cezmínolistej zodpovedajú väčšine znakom uvádzaným v palynologických databázach pre tento druh, podľa ktorých sú peľové zrná mahónie charakterizované ako monády strednej veľkosti (26 – 50 μm) s veľkosťou hydratovaného peľu 41 – 50 μm , s rovnakou dĺžkou pre polárnu a ekvatoriálnu os v rozpätí od 41 – 50 μm . Tvar peľových zŕn je definovaný ako guľovitý, z pohľadu pólou sú peľové zrná okrúhle. Trieda peľu štítovitá. Dominantná orientácia šikmá. Počet brázd je 6, peľ je pantokolpátny, synkolpátny. Počet apertúr je rovnako 6, peľ je synaperturátny, pantoaperturátny. Skulptúra exiny sa v svetelnom mikroskope javí ako bradavičkovitá, hrubo zrnitá, púčikovitá, v rastrovacom mikroskope hladká, perforovaná. Na povrchu peľových zŕn sa nachádza peľový tmel. Zásobnou látkou peľových zŕn je škrob a lipidy. Peľové zrná sú dvojbunkové (Oberschneider et al., 2020). Rozdielny počet brázd pri druhu *Mahonia quifolium* a aj *M. japonica* uvádzajú Sezer a Erkana (2021). Peľové zrná oboch druhov autori definujú ako trojkolpátne. Rozdiely pozorovali v charaktere brázd. Zatiaľ čo, druh *M. aquifolium* mal brázdy široké a dlhé, brázdy *M. japonica* boli tenké a dlhé. Oba druhy mali guľovitý tvar peľových zŕn. Rozdiely boli vo veľkosti peľu. Peľ druhu *M. japonica* bol dvakrát väčší ako *M. aquifolium*. Rozdielna bola aj štruktúra exiny. Pri druhu *M. aquifolium* bola typická zrnitá štruktúra a druh *M. japonica* sa vyznačoval sieťkovanou.

Veľkosť peľových zŕn závisí nielen od taxonomickej príslušnosti, ale tiež od aktuálneho stavu peľových zŕn, najdôležitejšia je hydratácia peľu. Halbritter a Hesse (1995) uvádzajú pre rody *Mahonia* a *Berberis* priemernú veľkosť suchého peľu 30 μm a hydratovaného peľu 45 μm . Veľkosť peľu varíruje tiež v rámci genotypovej variability. Radice a Arena (2016) zaznamenali pre *Berberis microphylla* veľkosť peľových zŕn od 40 do 47,6 μm , pričom uvádzajú signifikantne menšie rozmery pre dva z hodnotených genotypov.

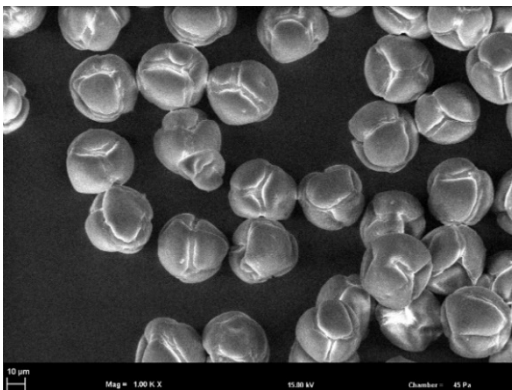
Jedným z najdôležitejších znakov pre klasifikáciu peľu je charakter exiny. Halbritter a Hesse (1995) opisujú detailnú stavbu sporodermy peľových zŕn *Mahonia aquifolium*. Na povrchu peľových zŕn je vytvorených 6 štítov, ktoré sú oddelené ryhami. Medzi ryhami sú formované žliabky vyplnené drobným garnulovaným obsahom. Štíty majú masívnu, hladkú, riedko perforovanú exinu s homogénnou nediferencovanou ektexinou s malými dutinami so stĺpkami a spodnou vrstvou, ktorá môže chýbať. Endexina je vláknitá alebo granulovaná, smerom k ryhám (drážkam) sa stenčuje a v oblasti drážky chýba. Vlákni-

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

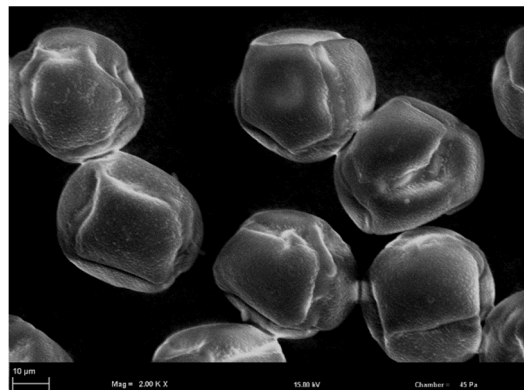
zrnitá endexina zreteľná v suchom stave pokrýva ryhy. Intina je jednovrstvová, rovnomerne hrubá. Peľové vrecúško sa môže vytvoriť na ktoromkoľvek mieste, preto v tomto zmysle neexistujú apertúry a peľové zrná mahónie pripomínajú bezapertúrny alebo omniapertúrny peľ. Práve apertúry, ich počet, tvar, štruktúra, rozmiestnenie na povrchu peľového zrna alebo ďalšie štruktúry v apertúrach alebo v ich blízkosti sú dôležitým určovacím znakom peľových zŕn. Peľové zrná rodov *Mahonia* a *Berberis* sa odlišujú od ostatných zástupcov čeľade Berberidaceae práve typom apertúr (Nowicke a Skvarla, 1981). Diagnostickým znakom na odlíšenie peľu *Mahonia* a *Berberis* od ostatných rodov Berberidaceae je špirálovitý tvar apertúr peľových zŕn (King–Tang a Ping–Li, 1983).

Morfologické znaky peľových zŕn možno použiť na objasnenie fylogenetických vzťahov. Desať morfologických znakov peľu vrátane rozptylovej jednotky, polarita, tvaru, veľkosti peľu a vlastnosti skulptúrnych prvkov sa použilo na prehodnotenie fylogenetických vzťahov 16 rodov čeľade Berberidaceae. Pozorovania ukázali, že Berberidaceae má sériu pleziomorfií, ako sú monády peľových zŕn, izopolarita peľu, stredná veľkosť a guľovitý tvar peľových zŕn. Okrem toho, apolarita, viacnásobné apertúry (polyapertúry) a stav apertúr peľových zŕn sú synapomorfné, typické pre čeľad' Berberidaceae, čo podporuje monofyletickosť tejto čeľade (Zhang et al., 2012).

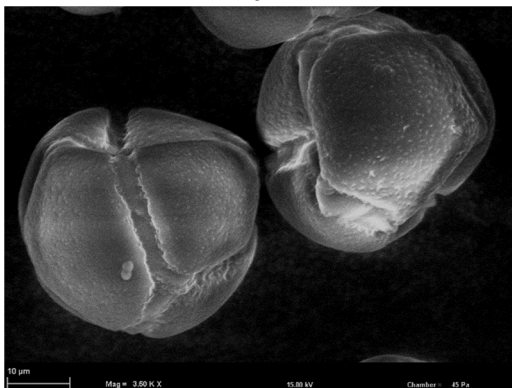
Fotodokumentácia



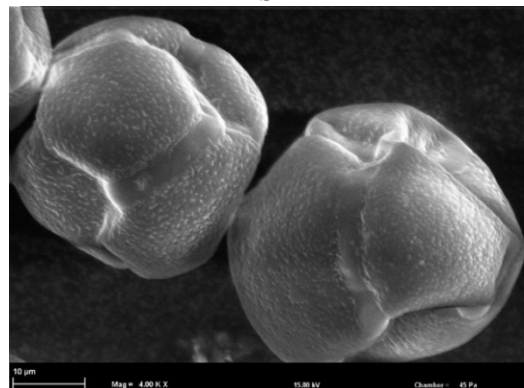
a



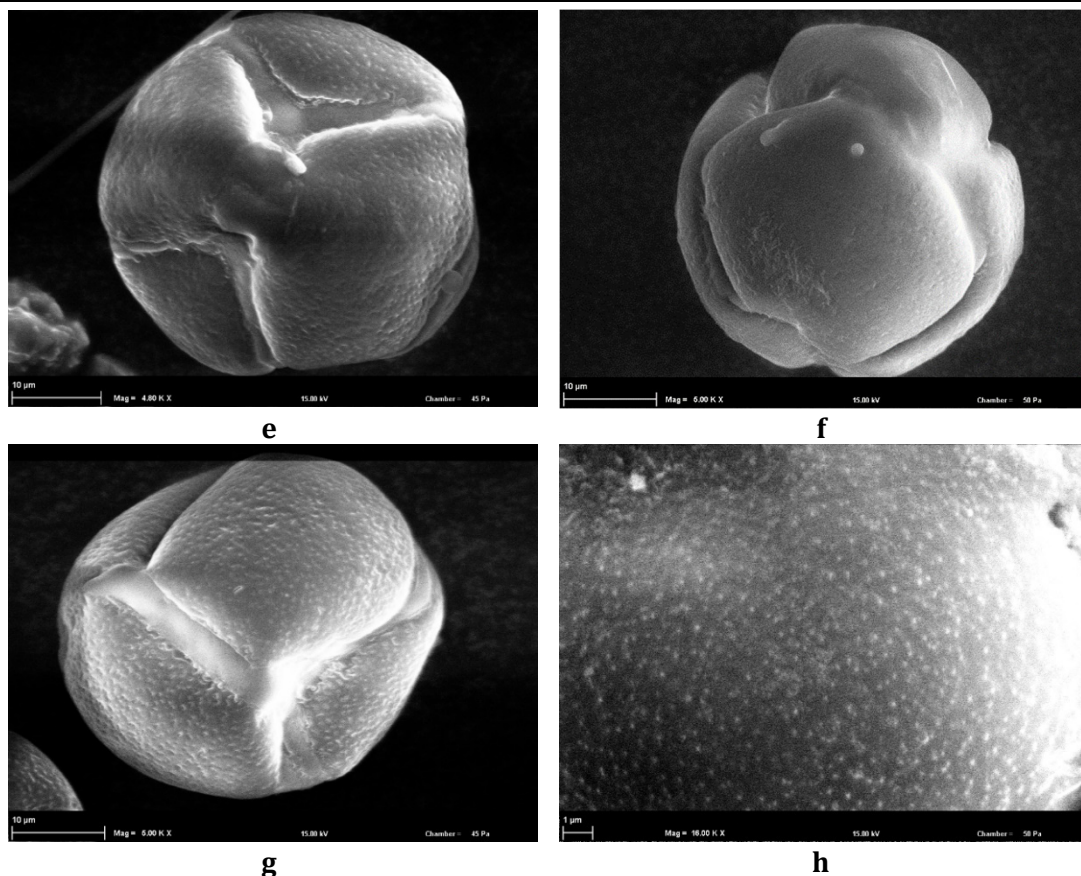
b



c



d



Obrázok 8 Peľové zrná mahónie cezmínolistej: a – b) typický tvar peľových zŕn, c – d) peľové zrná s detailmi usporiadania štítov a rýh, e) peľové zrno v polárnom pohľade, f) peľové zrno v ekvatoriálnom pohľade, g) bradavičkovitá skulptúra exiny, h) detail exiny.

Foto: S. Motyleva

4.9. FACÉLIA VRATIČOLISTÁ *Phacelia tanacetifolia* Benth.

Taxonómia: Angiospermae, Boraginales, Hydrophyllaceae Lindley – vodolístkovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: facélia vratičolistá (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Phacelia commixta* Greene, *Phacelia tripinnata* Fisch., C. A. Mey. et Avé-Lall.

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN Fiddleneck, Phacelia, Tansy phacelia, Bluebell, Californian Phacelia, Valley vervenia, lacy phacelia, blue tansy, purple tansy, CS svazenka vratičolistá, DE Beinenbrot, Beinenfreund Borstiger, Büschelschön rainfarnblätteriges, Phazellie, Büschelkraut, Rainfarn–Phazellie, Büschelschön, PL Facelia błękitna, UA Фацелія пижмолиста, RU Фацелия пижмолистная (Mansfeld's World Database; Möllerová, 2023)

Ploidia: Základný počet chromozómov je $x = 11$. U nás sa uvádza diploid $2n = 2x = 22$ (Záhradníková, 1993).

Rozšírenie vo svete: Pochádza zo Severnej Ameriky (Kalifornia, Nevada, Arizona a Mexiko), v Európe sa pestuje ako pastva pre včely od r. 1891 (Kirk, 2005; Záhradníková, 1993)

Rozšírenie na Slovensku: Na Slovensku sa vyskytuje ako pestovaný druh, splanený rastie na rôznych ruderálnych stanovištiach.

Ekológia: Terofyt. Kvitnutie marec–október (Záhradníková, 1993). Kvitnutie trvá 6–8 týždňov. Vo výsevoch medziplodín priťahuje pestrice, ktoré sú predátormi vošiek (Kilian, 2016). V pôvodnom areáli rastie na pieskovitých a štrkovitých otvorených pláňach a svahoch (Kirk, 2005). Pestovanie facélie v xerofytných podmienkach mediteránnej klímy si pre dostačujúcu produkciu nektáru vyžaduje zavlažovanie (Petanidou, 2003).

Botanická charakteristika: Jednoročná rastlina. Byľ priama, v hornej časti rozkonárená, 20 – 80 cm, holá, chlpatá alebo žliazkato chlpatá. Listy striedavé, krátko stopkaté, v obryse podlhovasté alebo podlhovasto vajcovité, nerovnako dvojite perovito strihané, 2–10 cm dlhé, na oboch stranách chlpaté alebo štetinkaté. Kvety obojpohlavné, sediace alebo stopkaté, v 40 – 70–kvetých dvojzävinkoch, pravidelné, 5–početné. Kalich odstávajúco chlpatý až štetinatý. Kališné lístky čiarkovité, na báze zrastené. Koruna tanierovitá až zvončekovitá, modrofialová alebo bledomodrá, holá, priesvitná. Tyčínik 5, dlhších ako koruna, peľnice purpurovočervené. Peľ je tmavomodrý. Semenník chlpatý, dve čnelky o málo dlhšie ako koruna. Plodom je vajcovitá, jednopuzdrová tobolka so 4 semenami, na vrchole chlpatá (Záhradníková, 1993)

Hospodárske využitie: Medonosná rastlina, významný zdroj nektáru a peľu pre včely v letnom a jesennom období (Švamberg, 2014). Facélia produkuje veľké množstvo nektáru a peľu. Nektár obsahuje až 42 % sacharidov, hlavne sacharózy, fruktózy, preto med pomaly kryštalizuje (Möllerová, 2023). Denná produkcia nektáru na kvet je 0,6 – 0,5

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

mg a cukornatosť 0,25 – 0,36 mg (Haragsim, 2016). Produkcia nektáru je považovaná za veľmi dobrú a produkcia peľu za strednú (Pritsch, 2016). Hojne ju navštevujú včely a čmeliaky s krátkym sosákom, menej čmeliaky s dlhým sosákom a včely samotárky. Med je jantárovej farby, niekedy svetlozelený alebo až biely s jemnou vôňou, priehľadný a sklovitý. Produkcia medu závisí od ročníka, kultivaru a lokality (Kirk, 2005; Popović et al., 2020). Pestuje sa tiež ako kŕmna plodina, medziplodina a na zelené hnojenie (Kirk, 2005; Möllerová, 2023).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn facélie sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 23,80 – 33,95 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn v rozsahu 10,01 – 18,55 μm (tab. 18)

Tabuľka 18 Základné veľkostné parametre peľových zŕn facélie vratičolistej

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	56	30,03	23,80	33,95	7,90
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	56	12,81	10,01	18,55	14,19
P/E – index tvaru		2,34	2,37	1,83	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné peľové zrná (25 – 50 μm)

Tvar suchých peľových zŕn (P/E) – pretiahnuté (1,33 – 2,00) až veľmi pretiahnuté (> 2,00)

Obrys peľových zŕn – okrúhle až eliptické

Počet a tvar apertúr – 6, pantokolpátne, heterokolpátne, 3 dlhšie a 3 kratšie brázdy (3/4 z dlhších brázd)

Skulptúra exiny – jemne sieťkovaná, perforovaná

Najdôležitejšie morfológické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacie otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 9 (a – f).

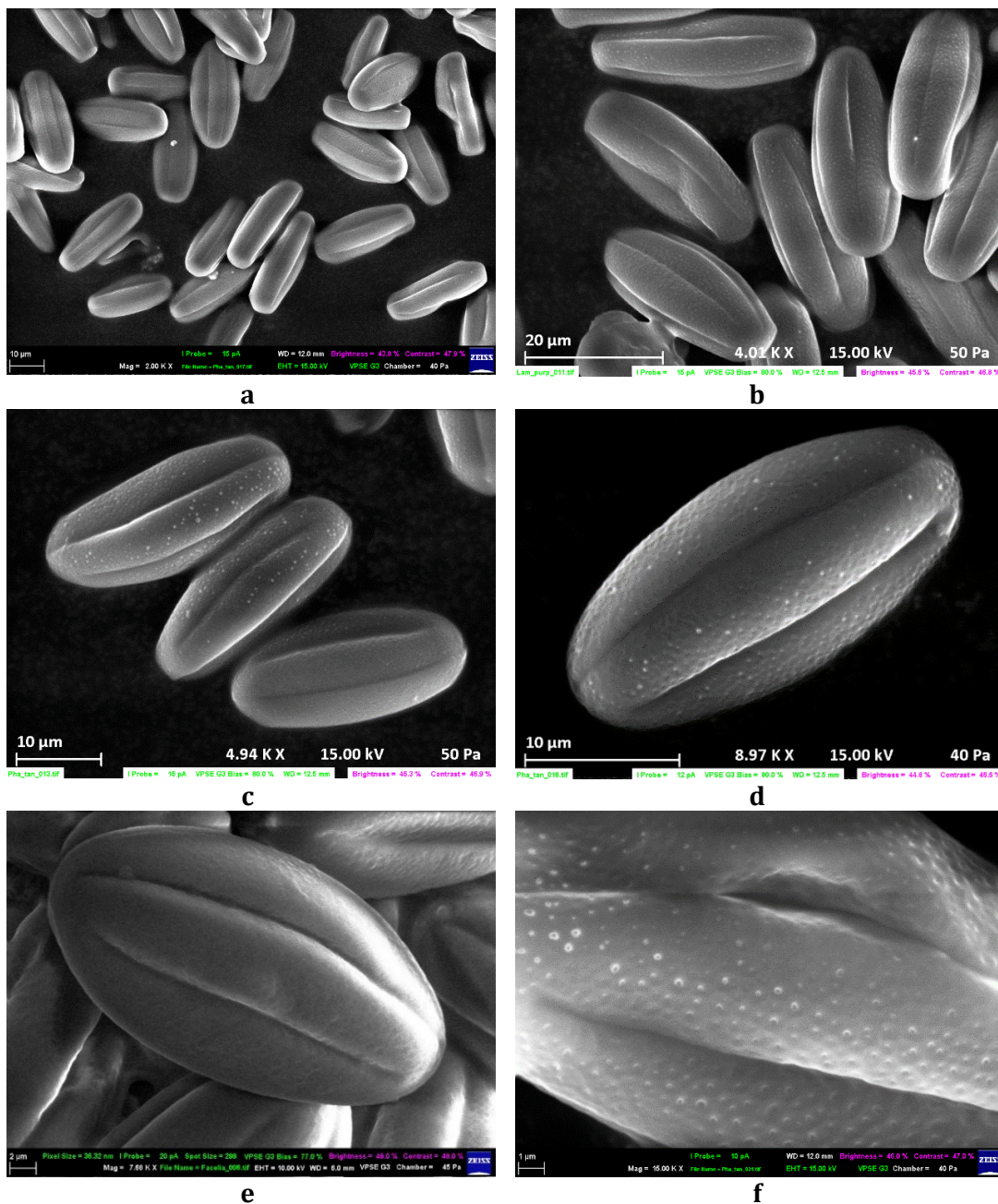
Zistené morfológické znaky peľových zŕn facélie zodpovedajú opisu peľových zŕn tohto druhu, ktoré charakterizujú peľové zrná facélie ako izopolárne trikolpátne monády malej veľkosti (10 – 25 μm). Majú guľovitý tvar podľa pomeru polárnej a ekvatoriálnej osi. Z pohľadu pólov majú kruhový tvar, suchý peľ je eliptický. Heteroapertúry sú ponorené do peľového zrna, membrána apertúry je zdobená. Skulptúra exiny je perforovaná (Halbriter, 2005). Kirk (2005) uvádza priemernú veľkosť hydratovaného peľu 18 μm a prítomnosť 6 dlhých brázd. Rozdielne údaje pre počet brázd sú mylne uvádzané v dôsledku heterokolpátneho peľu facélie (Hesse et al., 2009), t. j. peľu s brázdami dvoch typov, pričom iba jeden z nich je miestom pre vyklíčenie peľu. Pri hodnotení morfológických znakov peľu je veľmi dôležité zvoliť vhodný metodický postup a ten uviesť pri hodnotení peľu. Existujú rozdiely v morfológických znakoch peľu pri jeho hodnotení v suchom alebo hydratovanom stave, prípadne po opracovaní peľových zŕn rôznymi chemickými látkami. Rozdiely boli patrné, napr. aj pri hodnotení peľu facélie,

kde suchý peľ má veľmi pretiahnutý tvar a hydratovaný sa približuje takmer guľovitému tvaru (Vlertel a Köning, 2022).

Palynologická analýza patrí k základným metódam stanovenia botanického pôvodu medu. Melisopalanylogické analýzy odhalili, že vo vzorkách medu z facélie z rôznych oblastí Poľska je podiel peľových zŕn facélie v rozpätí od 38,9 do 85,4 %, avšak vzorky obsahujú aj vysoký podiel peľu repky 40,3 – 89 % a peľu vrby od 32 do 59 % (Makowicz et al., 2019). Ukázalo sa, že ani melisopalynologický rozbor spolu so stanovením základných fyzikálno–chemických a biologických vlastností rôznych medov nie je dostačujúcim nástrojom na odhalenie falzifikátorov medu. Z uvedeného dôvodu je potrebné použiť ďalšie metódy ako profiling prchavých frakcií HS–SPME a lipofilných frakcií HPTLC (Makowicz et al., 2019).

Peľ facélie má vysoký antioxidačný potenciál (Végh et al., 2023). Biochemické analýzy ukázali, že peľ facélie má aj vysoký obsah sušiny, popola, lipidov, β -karoténu, nasýtených a nenasýtených mastných kyselín, ako aj makro- a mikroprvkov (Vergun et al., 2023). Vyznačuje sa tiež vysokým obsahom bielkovín, čo by mohlo včelám zlepšiť kondíciu a dlhovekosť. Zistilo sa však, že včely peľ facélie vôbec nezbierajú (Sprague et al., 2016). Tieto pozorovania potvrdili tiež Williams a Christian (1991), ktorí zistili, že väčšina opel'ovačov navštevovala kvety facélie kvôli nektáru a iba 22 % včiel a 3 % čmeliakov kvôli peľu. K rovnakým záverom dospeli aj Giovanetti et al. (2022), ktorí tiež konštatujú, že *Phacelia tanacetifolia* je dobrým zdrojom nektáru pre *Apis mellifera*, zatiaľ čo peľ nie je pre včely atraktívny. Zistilo sa, že včely kŕmené peľom facélie využívajú odlišným spôsobom proteíny obsiahnuté v peľi. Peľ facélie po požití včelami podporuje vývin vaječníkov v porovnaní s vývinom hypofaryngeálnych žliaz (Pernal a Currie, 2000).

Fotodokumentácia



Obrazok 9 Peľové zrná facílie vratičolistej: a – c) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade, d) detail peľového zrna v ekvatoriálnom pohľade, e) dlhšia a kratšia brázda peľového zrna, f) detail jemne sieťkovanej skulptúry peľového zrna s perforáciami.

Foto: S. Motyleva, R. Ostrovský

4.10. ČEREŠŇA VTÁČIA

Prunus avium (L.) L.

Taxonómia: Angiospermae, Rosales, Rosaceae Juss. – ružovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: čerešňa vtáčia (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Cerasus avium* (L.) Moench, *Cerasus dulcis* Gaertner, B. Meyer et Scherb., *Cerasophora dulcis* (Gaertner, B. Meyer et Scherb.) Hazsl.

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN wild cherry, sweet cherry, gean, bird cherry, CS třešeň obecná, třešeň ptačí, DE Vogelkirsche, PL Wiśnia ptasia, UA Черешня, RU Черешня, Вишня птичья (Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základný počet chromozómov pri druhoch rodu *Prunus* je $x = 8$. Druh *P. avium* je diploid $2n = 2x = 16$ s veľkosťou genómu $2C = 0,73$ pg (Macková et al., 2018).

Rozšírenie vo svete: Rastie takmer v celej Európe, v Strednej Ázii, na Kaukaze, v Malej Ázii a severozápadnej Afrike. Pestovaním sa rozšírila do ďalších oblastí (Dorušková, 2023)

Rozšírenie na Slovensku: Rozšírená je na takmer celom území Slovenska. Jedná sa o trvale zdomácnený, alochtónny druh, ktorý rastie v pôvodných alebo druhotných rastlinných spoločenstvách.

Ekológia: Makrofanerofyt. Kvitnutie apríl – máj. Rastie v krovinatých stráňach, na medziach, remízkach, pozdĺž ciest a vo svetlých listnatých lesoch. Vyšľachtené kultivary sa pestujú v záhradách a sadoch (Dorušková, 2023; Marhold a Wójcicki, 1992).

Botanická charakteristika: Strom 10 – 20 (–30) m s priamym kmeňom a vajcovitou korunou. Borka svetlohnedá, olupujúca sa v priečných pásoch. Prílistky čiarkovité, na okraji pílkovité. Listy ovisnuté, zvlnené, s preliačenými žilami. Listové stopky 3 – 4 cm dlhé, holé s 2 červenohnedými mimokvetnými nektáriami. Listové čepele vajcovité, podlhovasto obrátene vajcovité alebo elipsovité, dlhé 8 – 15 cm a široké 4 – 7 cm, na okraji nepravidelne žliazkato pílkovité. Kvety po 2–6 ± v sediacom okolíku. Kvetná čiaška (hypanthium) krčiazkovitá, holá. Korunné lupienky okrúhlasto vajcovité biele alebo ružové. Počet tyčínok je 35 – 36, semenník vrchný. Plody sú guľaté kôstkovice 5 – 15 mm, žltkasté, svetlo alebo tmavočervené až čierne, neoinovatené (Marhold a Wójcicki, 1992)

Hospodárske využitie: Čerešňa vtáčia je významná surovina a liečivá rastlina (Faienza et al., 2020). Druh je dôležitý zdroj nektáru a peľu pre včely v jarnom období a medovice v letnom období (Švamberg, 2014). Produkciu peľu a nektáru je počas kvitnutia v priebehu apríla a mája veľmi dobrá. Produkcia nektáru dosahuje 1,9 mg na kvet, obsah sacharidov v nektári je 29,9 – 40 % a množstvo na kvet 0,57 mg (Haragsim, 2016; Pritsch, 2016).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn čerešne vtácej sme zistili dĺžku polárnej osí v rozpätí 34,11 – 52,64 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemeru peľových zŕn) v rozpätí 20,87 – 31,56 μm (tab. 19).

Tabuľka 19 Základné veľkostné parametre peľových zŕn čerešne vtáče

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	50	43,37	34,11	52,64	8,01
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	50	26,21	20,87	31,56	12,07
P/E - index tvaru		1,65	1,63	1,66	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné (25 – 50 μm) až veľké peľové zrná (50 – 100 μm)

Tvar suchých peľových zŕn (P/E) – pretiahnutý (1,33 – 2,00)

Obrys peľových zŕn – okrúhle

Počet a tvar apertúr – trojkolporátne, brázdy dlhé siahajúce na 90 % k pólom, na dne granulované, póry ponorené, prekryté

Skulptúra exiny – prúžkovaná (striata), perforovaná, hrebienky rovnobežné pozdĺž brázd, slabozvlhnené stáčajú sa v oblasti pólom, okrúhle perforácie na dne brázd

Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacie otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 10 (a – l).

Zistené morfologické charakteristiky peľových zŕn čerešne vtáče sú v súlade s väčšinou znakov peľu opísaných pre tento druh, ktoré peľové zrná *Prunus avium* charakterizujú ako izopolárne trojkolporátne monády strednej veľkosti (26 – 50 μm). Najkratší rozmer polárnej osi (P) v ekvatoriálnom zobrazení je 31 – 35 μm . Dĺžka ekvatoriálnej osi (priemer – E) peľových zŕn je 36 – 40 μm . Tvar peľových zŕn na základe pomeru P/E je sploštený až guľovitý. Tvar suchých peľových zŕn je pretiahnutý. Obrys peľových zŕn v polárnom zobrazení je trojuholníkovitý, suchého peľu laločnatý. Dominantná orientácia je šikmá. Apertúry sú ponorené do povrchu peľového zrna. Skulptúra peľu sa v svetelnom mikroskope javí mnohojazyková, prúžkovaná a rastrovacom mikroskope prúžkovaná, perforátna (Halbritter et al., 2021). Väčšina morfologických znakov *P. avium* sú charakteristickými znakmi aj pre ďalších zástupcov čeľade Rosaceae (Hebda et al., 1991). Morfologické znaky môžu byť nápomocné pre rozlíšenie kultivarov pestovaných druhov. Radičević et al. (2013) zistili, že peľ skúmaných kultivarov čerešní je osobitý, špecifický pre každý jeden kultivar. Znaky ako veľkosť a tvar peľu, brázdy a skulptúra exiny boli dostatočne signifikantné na odlíšenie jednotlivých kultivarov. Identifikácia peľových zŕn umožnila tiež odlíšiť pôvodne severoamerický kultivar 'Summit' od ostatných európskych kultivarov. Z európskych kultivarov bola najväčšia podobnosť peľu zaznamenaná medzi kultivarmi 'Karina' a 'Regina', ktoré pochádzajú z rovnakej rodičovskej kombinácie. Nikolić a Milatović (2016) potvrdzujú, že na základe niektorých morfologických znakov peľových zŕn je možné odlíšiť od seba jednotlivé kultivary čerešní. Za najhodnotnejšie znaky pre identifikáciu kultivarov čerešní považujú veľkostné charakteristiky ako je dĺžka a šírka peľových zŕn, dĺžka a šírka mezokolpia a charakter skulptúra exiny, t.j. počet a priebeh prúžkov. Dôležitosť mikromorfologických skulptúrnych prvkov exiny pre diagnostiku druhov

a kultivarov *Prunus* zdôrazňuje Chwil (2015). Najdôležitejším diagnostickým znakom na odlišenie kultivarov v rámci druhu sa ukázala hrúbka hrebienkov, zatiaľ čo ich šírka sa preukazne líšila iba medzi niektorými druhmi a kultivarmi. Jednotlivé druhy rodu *Prunus* z podčelade *Prunoideae* sa vyznačujú tiež odlišnosťami vo veľkosti, tvare a skulptúre peľových zŕn. Z hľadiska veľkosti boli peľové zrná druhov *Prunus avium*, *P. armeniaca*, *P. persica*, *P. cerasus* a *P. domestica* klasifikované ako stredné a veľké, z hľadiska tvaru pretiahnuté, slabo pretiahnuté a takmer guľovité peľové zrná. Skulptúrne znaky exiny môžu byť vhodným diagnostickým znakom tiež medzi rodičovskými druhmi a ich hybridmi. V charaktere a tvare hrebienkov boli pozorované rozdiely medzi druhom *Prunus spinosa* a jeho hybridmi *P. × dominii* a *P. × fruticans*. Hrebienky v závislosti od taxónu mali rôzny priebeh, vetvenie a šírku. Rozdiely boli pozorované aj v perforácii tektá peľových zŕn (Ďurišová, 2018). Za najdôležitejšie diagnostické znaky peľových zŕn marhúľ, ktoré slúžia na identifikáciu peľu druhu *P. armeniaca* sú považované rovníkový priemer (ekvatoriálna os) peľových zŕn, dĺžka a šírka brázd a šírka hrebeňov. Určité rozdiely sa vyskytujú aj v skulptúre exiny peľu marhúľ, ktorá je najčastejšie prúžkovaná, menej často prúžkovaná–sieťkovaná alebo cerebroidná (Li et al., 2021). Arzani et al. (2005) dospeli k rovnakým záverom. Zistili, že veľkosť peľových zŕn a charakteristika exiny slúžia na odlišenie 11 kultivarov marhúľ, ale rovnaké peľové znaky aj na charakterizáciu pestovaných klonov *Prunus cerasus* (Nikolić et al., 2020). Mikromorfologické znaky peľových zŕn sú vhodné pre diagnostiku zástupcov rodu *Prunus* na viacerých taxonomických úrovniach (Habibi et al., 2022). Dalalbashi a Al-Mathidy (2022) uvádzajú, že kvalitatívne morfologické znaky druhov *Prunus armeniaca* a *P. domestica* preukázali vysokú taxonomickú hodnotu pre diagnostiku pestovaných kultivarov. Morfologickú charakteristiku peľu možno tiež využiť na určenie proveniencie pestovaných odrôd niektorých ovocných druhov. Pospiech et al. (2019) zistili, že použitie vhodných morfologických znakov peľu dáva predpoklady na odlišenie českých odrôd ovocných druhov *Prunus avium*, *P. persica* a *P. cerasus* od zahraničných kultivarov. Morfologická analýza peľu spolu s ďalšími metódami ako sú mikrospektrometrické analýzy sa javia vhodnou doplnkovou metódou na určenie botanického pôvodu medov.

Hodnota morfologických znakov peľu nemusí byť vždy dostatočnou pre jednoznačnú identifikáciu druhov, odrôd alebo pôvodu. Geraci et al. (2012), ktorí pozorovali peľové zrná dvoch pôvodných kultivarov čerešní zo Sicílie, uvádzajú, že štruktúra povrchu exiny čerešní sa veľmi nelíšila od pozorovanej pri druhoch *Prunus armeniaca* a *Prunus domestica*. Rovnako aj steny (muri) exiny peľových zŕn čerešní boli podobné ako pri kultivároch marhúľ. Pre oba kultivary boli charakteristické stredne veľké peľové zrná a pretiahnutý tvar peľu.

Morfologické znaky peľových zŕn sa menia vplyvom rôznych látok. Wrońska-Pilarek et al. (2023) zistili, že po aplikácii herbicídov na invázy druh *Prunus serotina* sa mení veľkosť ekvatoriálnej osi peľových zŕn, tvar peľu a hrúbka exiny. Prekvapivým zistením bol napriek očakávaniu nižší podiel deformovaného peľu v ošetrovaných vzorkách. Peľ je tiež vhodným bioindikátorom znečistenia ovzdušia. Ukázalo sa, že peľové zrná *Prunus avium* sú citlivé na automobilové znečistenie, čo sa prejavuje v zmenených

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

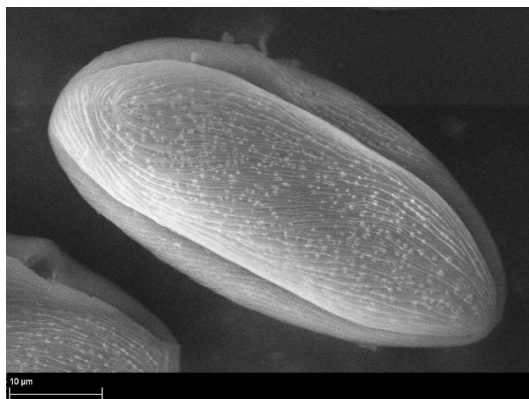
morfológických parametroch peľových zŕn ako je veľkosť peľu, životaschopnosť peľu a obsah bielkovín v peľi (Leghari et al., 2018).

Zrelé peľové zrná druhov rodu *Prunus* sú dvojbunkové (Čalić et al., 2013), aj keď menej často sa vyskytuje aj trojbunkový peľ (Ďurišová, 2018).

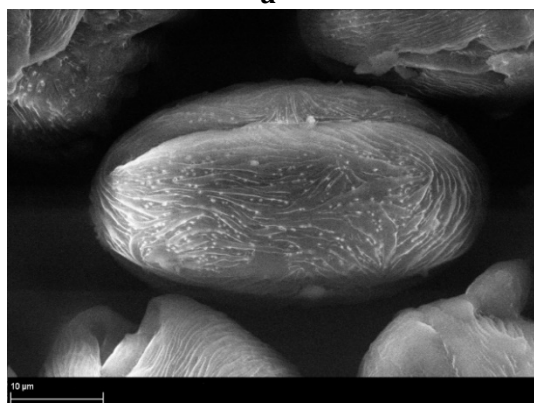
Fotodokumentácia



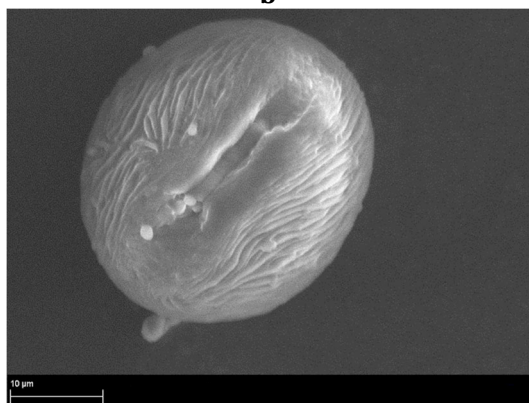
a



b



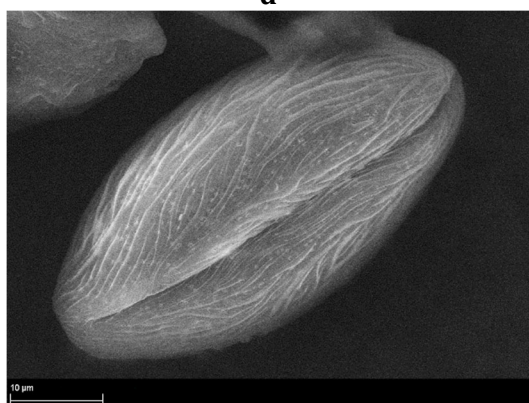
c



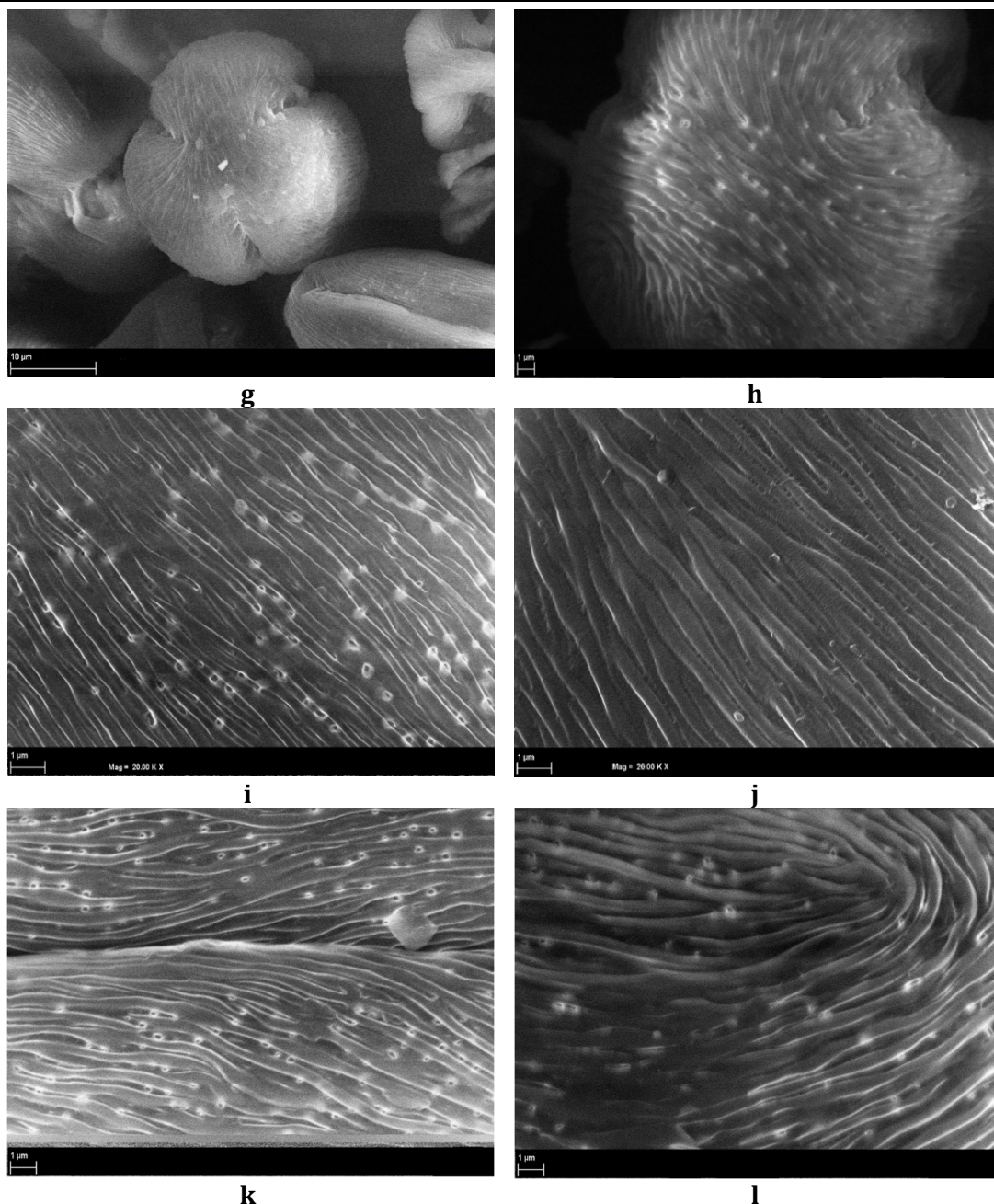
d



e



f



Obrázok 10 Peľové zrná čerešne vtácej: a – b) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade, c) peľové zrno s detailom mezokolpia, d) detail zloženej apertúry – kolpóra, e – f) detaily brázd peľových zŕn, g) peľové zrno v polárnom pohľade, h) detail prúžkov v oblasti pólův, i) perforácie exiny, j) detail prúžkov exiny, k) priebeh prúžkov v okolí brázd, l) stáčanie prúžkov v oblasti pólův.

Foto: R. Ostrovský, S. Motyleva

4.11. ZLATOBYĽ OBROVSKÁ *Solidago gigantea* Aiton

Taxonómia: Angiospermae, Asterales, Asteraceae Martynov – astrovité, zložnokveté

Názvy druhu v slovenskom jazyku: zlatobyl' obrovská (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Solidago serotina* var. *gigantea* (Aiton) A. Gray

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN Early goldenrod, Giant goldenrod, Smooth goldenrod, Tall goldenrod, CS Zlatobýl obrovský, DE Riesen-Goldrute, Späte Goldrute, Hohe Goldrute, Stolzer Heinrich, PL Nawłóć późna, UA Золотушник пізній, RU Золотарник гигантский (Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základný počet chromozómov pri druhov rodu zlatobyl' je $x = 9$. V pôvodnom areáli sa vyskytujú tri hlavné cytotypy $2n = 18, 36, 56$, vzácne sú triploidy a pentaploidy (Schlaepfer et al., 2008). Na Slovensku na väčšine lokalít rastú tetraploidy $2n = 4x \sim 36$ (Skokanová et al., 2022).

Rozšírenie vo svete: Pôvodný areál leží v južnej Kanade a strednej a východnej časti USA. Druhotne je druh rozšírený takmer v celej Európe, vo východnej Ázii, na Azorských ostrovoch a na Novom Zélande. Do Európy bol introdukovaný ako okrasná rastlina v druhej polovici 19. storočia (Rak, 2023).

Rozšírenie na Slovensku: Vyskytuje sa na celom území Slovenska.

Ekológia: Hemikryptofyt. Kvitnutie september – október. Cuzdoopelivá, entomogamná, anemochórna rastlina. Preferuje ľahké humózne pôdy a sezónne zaplavované miesta. Rastie na lúkach, ruderalných stanovištiach, ako sú rôzne terénne depresie, priekopy a navážky pozdĺž ciest, riek a v okolí miest najmä v planárnom a kolínnom stupni (Skokanová, 2022; Vinogradova a Shelepova, 2017).

Botanická charakteristika: Trváca bylina, ktorá rastie jednotlivo alebo vytvára rôzne husté polykormóny. Podzemok dlhý, plazivý, svetlohnedý. Byľ jednoduchá, oblá, husto listnatá, vysoká 80 – 200 cm, svetlozelená, v hornej časti vínovočervená, holá, často oinovatená, iba vreteno súkvetia husto odstavajúco chlpaté. Listy sú početné, sediace. Dolné listy v čase kvitnutia usychajú, stredné a horné listy smerom nahor sa zmenšujú, v hornej časti byle prechádzajú do listeňov listového tvaru. Čepel' listov je kopijovitá, na okraji drsno štetinatá. V hornej polovici je riedko pritlačene pílkovitá, na vrchole dlho končistá, na líci zelená, na rube sivozelená, na líci riedko zrnitá, na rube holá, len na žilách chlpatá. Úbory v počte 50 – 1 000 vzpriamené, krátko stopkaté, usporiadané v zloženom strapcovitom alebo metlinovitom 100 – 350 mm dlhom súkvetí pyramidálneho alebo mnohostenného tvaru. Zákrov valcovitý, 3 – 4-radový, zákrovné listene čiarkovité, holé. Lúčovité kvety v počte 9 – 12, zlatožlté; rúrkovité kvety v počte 7 – 12, zreteľne menšie ako lúčovité, zlatožlté. Nažky podlhovasto kuželovité, svetlohnedé, pritlačene krátko chlpaté (Skokanová, 2022)

Hospodárske využitie: Pestuje sa ako okrasný druh. Na území Slovenska je považovaná za invázny druh (Medvecká et al., 2012), ktorý ovplyvňuje skladbu

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

pôvodných ekosystémov zmenou pôdnych podmienok (Bobuľská et al., 2019). Liečivý potenciál majú nadzemné a aj podzemné časti rastliny (Kołodziej et al., 2011; Móricz et al., 2021). Spolu so zlatobyľou kanadskou sú významnými zdrojmi nektáru a peľu v neskorom lete a začiatkom jesene (Švamberk, 2014). Produkcia nektáru za deň je v jednom kvete 0,9 mg, cukornatosť nektáru 36 % a množstvo sacharidov 0,3 mg (Haragsim, 2016). Produkcia nektáru zlatobyľí je hodnotená ako dobrá a peľu stredná. Produkcia medu zlatobyľe obrovskej je 179–800 kg na hektár (Pritsch, 2016). Antioxidačná kapacita uniflorálnych medov zo zlatobyľe môže byť v rôznych krajinách rozdielna. Slovenské medy sa vyznačujú strednou antioxidačnou aktivitou, maďarské najvyššou a poľské naopak najnižšou. Najvyšší obsah flavonoidov a kyseliny fenolovej je v slovenských a maďarských medoch. Rozdiely sú pozorované vo farbe medov a obsahu polyfenolov (Czige et al., 2022).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn zlatobyľe obrovskej sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 26,44 – 31,43 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi (priemer peľových zŕn) v rozpätí 16,39 – 20,71 μm (tab. 20).

Tabuľka 20 Základné veľkostné parametre peľových zŕn zlatobyľe obrovskej

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	30	28,66	26,44	31,43	4,20
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	30	18,64	16,39	20,71	5,86
P/E – index tvaru		1,54	1,61	1,51	

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné peľové zrná (25 – 50 μm)

Tvar peľových zŕn (P/E) – pretiahnuté peľové zrná (1,33 – 2,00)

Obrys peľových zŕn – okrúhle

Počet a tvar apertúr – trojkolporátne

Skulptúra exiny – ostnatá, perforovaná

Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacie otvory – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 11 (a – f).

Z morfologického hľadiska sú zistené morfologické charakteristiky peľu v súlade s opisom peľových zŕn zlatobyľe obrovskej, ktoré sú charakterizované ako izopolárne trikolporátne monády. Podľa veľkosti patria do kategórie malých peľových zŕn (10 – 25 μm). Veľkosť hydratovaného peľu je 16 – 20 μm . Dĺžka polárnej osi (P) je 16 – 20 μm a priemer (E) peľových zŕn je 16 – 20 μm . Tvar peľu na základe P/E je guľovitý. V obryse sú peľové zrná okrúhle, z pohľadu od pólů laločnaté. Dominantná orientácia je šikmá. Apertúry sú ponorené do peľového zrna. Skulptúra exiny peľových zŕn je ostnatá, perforovaná. Zrelé peľové zrná zlatobyľe sú trojbunkové. (Halbritter a Auer, 2020b). Rovnaké morfologické znaky má aj príbuzný druh zlatobyľí kanadská (*Solidago canadensis*) (Diethart a Heigl, 2020). Rozdiely medzi druhmi sa vyskytujú vo veľkosti

peľových zŕn. Peľové zrná druhu *S. canadensis* sú menšie s dĺžkou polárnej osi 15 µm a ekvatoriálnej 11,6 µm, zatiaľ čo *S. gigantea* má peľové zrná s dĺžkou polárnej osi 20 µm a ekvatoriálnej 15 µm (Dobjanschi et al., 2021). Väčšie rozmery peľových zŕn druhu *S. canadensis* v rozpätí od 17,11 do 23,24 µm uvádza Migdałek et al. (2014). Autori pri medzidruhovom kríženci s druhom *S. virgaurea*, ktorým je *Solidago* × *niederederi*, zistili priemerné hodnoty veľkosti peľu porovnateľné s rodičovskými druhmi a zníženú vitalitu peľu. Značný pokles vitality peľu *Solidago* × *niederederi* spolu s morfológickými charakteristikami prieduchov sa ukázali ako vhodné diskriminačné znaky pre identifikáciu uvedeného hybridu (Karpavičiene a Radušienė, 2016). Do kategórie stredne veľkých peľových zŕn v rozpätí od 25,0 do 40,1 µm zaradili peľ *Solidago gigantea* aj *S. canadensis* Vinogradova a Kuklina. (2016). Čo sa týka veľkosti peľových zŕn, hodnoty ktoré sme namerali, sú porovnateľné s predošlými pozorovaniami uvedených autorov.

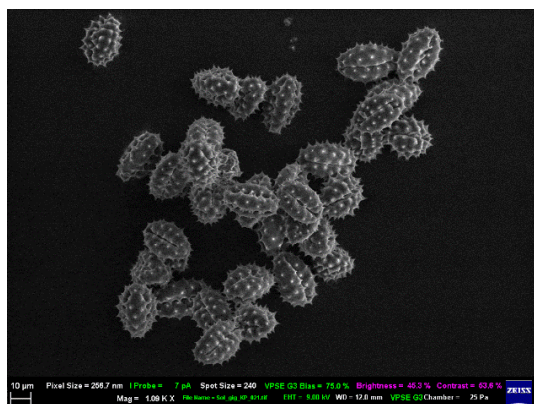
Detailnejšia charakteristika exiny peľových zŕn bola opísaná pri druhu *Solidago chilensis* (Palazzesi et al., 2007). Peľové zrná tohto druhu sú charakterizované ako trikolporátne, slabo sploštené až guľovité, okrúhle až oválne v polárnej polohe, majú dlhé brázdy, široké v ekvatoriálnej rovine a ku koncu sa zužujú s difúznym okrajom v polárnej oblasti, exina je stratifikovaná, semitektátna, 5 µm hrubá, nexina pomerne hustá, sexina stĺpkovitá, stĺpiky krátke a zreteľné, prítomné sú dutiny a kuželovité ostne s ostrou špičkou bez dutiny. Dĺžka ekvatoriálnej osi peľu je 23 – 26 µm, polárnej osi 25,5 – 27 µm. Typ *Solidago* peľu majú aj iné rody Asteraceae ako je *Aster*, *Bidens*, *Inula* a *Senecio*.

Zaujímavá je interakcia vírusov v spojitosti s niektorými morfológickými vlastnosťami peľu a miestom výskytu rastlinného druhu. Ukázalo sa, že druhy ktoré majú peľ lepšie prispôsobený interakcii s opel'ovačmi, napr. druhy rodu *Solidago* spp. s ostnatým peľom a peľovým tmelom a zároveň rastú v biotopoch ovplyvnených človekom, hostia vyšší počet vírusov spojených s peľom (Fetters et al., 2022).

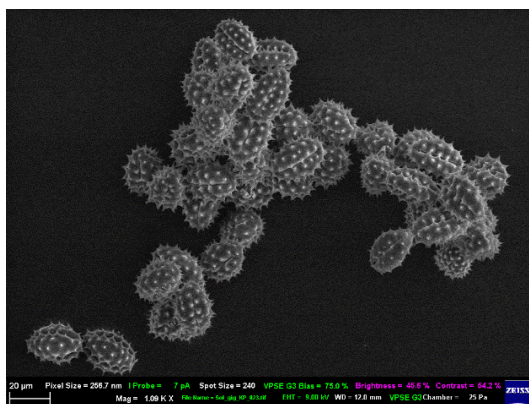
Prítomnosť peľového tmelu (pollenkitt) na povrchu peľových zŕn je charakterická pre rod *Solidago*, ako aj mnoho ďalších druhov z čeľade Compositae. Táto viskózna látka má dôležitú funkciu pri ochrane a rozširovaní peľu (Pacini a Hesse, 2005). Wang et al. (2022) predpokladá, že prítomnosť peľového tmelu na peľových zrnách *Solidago canadensis*, malé peľové zrná s veľkosťou polárnej osi 17,6 µm a ekvatoriálnej osi 21,4 µm uľahčujú spolu s ďalšími vlastnosťami rastliny invázny spôsob šírenia tohto druhu.

Zmenou podmienok prostredia nedochádza iba k viditeľným zmenám v morfológii rastlín, ale mení sa tiež ich zloženie. Ukazuje sa, že zvýšený obsah CO₂ môže mať za následok pokles bielkovín v peľi druhov rodu *Solidago*, čo by mohlo v budúcnosti predstavovať problém s naplnením nutričných požiadaviek opel'ovačov pred prezimovaním, keďže zlatobyle predstavujú dôležitý zdroj peľu a nektáru v jesennom období (Ziska et al., 2016).

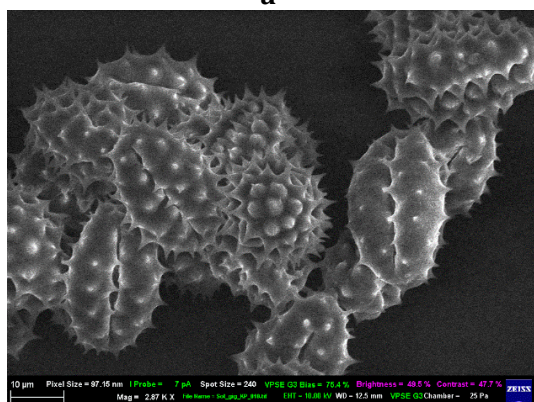
Fotodokumentácia



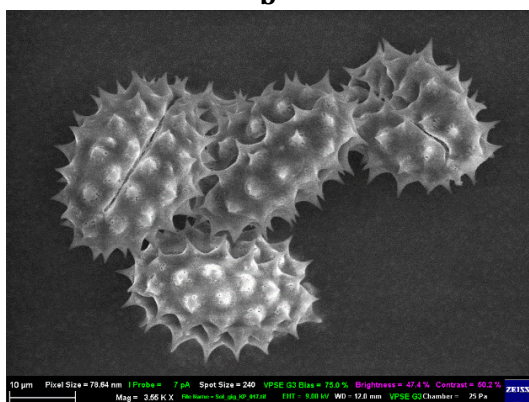
a



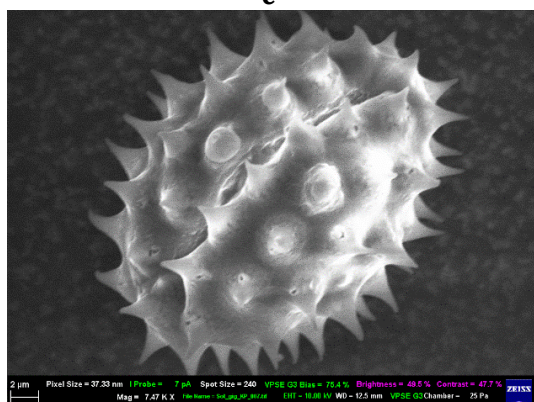
b



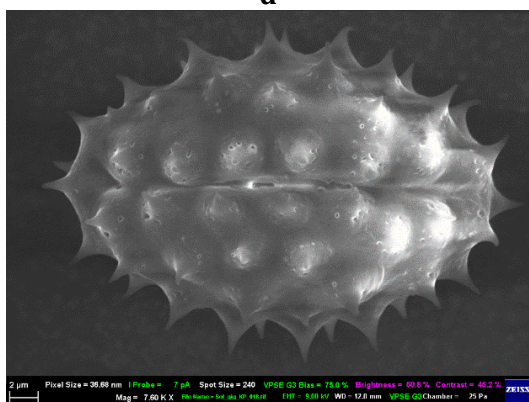
c



d



e



f

Obrázok 11 Peľové zrná zlatobyle obrovskej: a – b) typické ostnaté peľové zrná, c – d) peľové zrná v ekvatoriálnom pohľade, e) detail ostňov na povrchu exiny, f) brázda peľového zrna.

Foto: S. Motyleva, R. Ostrovský

4.12. PÚPAVY

Taraxacum sect. *Ruderalia*

Taxonómia: Angiospermae, Asterales, Cichoriaceae – čakankovité

Názvy druhu v slovenskom jazyku: púpava lekárska (Marhold a Hindák, 1998)

Synonymá v latinskom jazyku: *Taraxacum* sect. *Vulgaria* (Dahlst.) Dahlst., *Taraxacum* sect. *Taraxacum* auct. p. p. max.

Názvy druhu vo vybraných jazykoch: EN Common dandelion, Dandelion, Lion's-tooth, Blowball, Cankerwort, Daisy, Irish, Gowan milk, Gowan witch, Gowan yellow, Lionstooth, CS pampeliška lekárska, pampelišky smetánky, DE Ackerzichorie, Bimbaum, Butterblume, Echter Löwenzahn, Gemeine Kuhblume, Gemeiner Löwenzahn, Hundeblyme, Kettenblume, Kuhblume, Kukucksblom, Lampe, Lichtblom, PL Ożanka włościwa, UA Дубровник звичайний, RU Дубровник обыкновенный (Mansfeld's World Database)

Ploidia: Základný počet chromozómov sekciu *Taraxacum* je $x = 8$. Vyskytujú sa diploidné $2n = 2x = 26$ a triploidné $2n = 3x = 24$ jedince. 2C veľkosť genómu 2266,19 Mbp, 1Cx monoploidná veľkosť genómu 775 Mbp (Šmarda et al., 2019).

Rozšírenie vo svete: *Taraxacum* sect. *Ruderalia* zahŕňa druhy, ktoré boli kedysi označované ako *Taraxacum officinale*. V tejto sekcii sa rozlišuje asi 250 druhov púpav. Rozšírenie druhov z tejto skupiny je kozmopolitné. Vyskytujú sa v miernych oblastiach Eurázie, Severnej a Južnej Amerike, Austrálii, severnej a južnej Afrike (Den NIjs et al., 1990, Øllgard, 2003; Trávníček et al., 2008; Hoskovec, 2023).

Rozšírenie na Slovensku: Druh rozšírený na celom území Slovenska.

Ekológia: Hemikryptofyt. Kvitnutie apríl–jún. Rastie na lúkach, pasienkoch, poliach, ruderálnych stanovištiach (Hoskovec, 2023).

Botanická charakteristika: Polykarpická trváca bylina, vysoká 0,1 – 0,5 m. Listy v prízemnej ružici, jednoduché, perovito delené. Kvety v úboroch, žltej farby, zygomorfne, s jazykovitou korunou. Kalich redukovaný, premenený na chochlec (pappus), zákrovné listene rozostúpené, naspäť ohnuté, kopijovité až dlho čiarkovité. Plodom je biela, hnedá alebo šedá nažka. (Hoskovec, 2023)

Hospodárske využitie: Púpavy majú významný medicínsky potenciál (Martinez et al., 2015). Okrem iného sú zdrojom rôznych látok s antioxidantnou aktivitou. Kvety divorastúcich rastlín *Taraxacum* sect. *Ruderalia* majú vyšší obsah sacharidov, tokoferolu, flavonoidov, zatiaľ čo vegetatívne orgány vyšší obsah bielkovín, popola, organických kyselín, polonenasýtených mastných kyselín a fenolových zlúčenín (Dias et al., 2014). V liečiteľstve sa využíva okrem antioxidantného efektu tiež hepatoprotektívny a antikarcinogénny účinok púpav (Di Napoli a Zucchetti, 2021). Korene, listy a kvety sa dajú využiť v potravinárstve (Fan et al., 2023). Púpavy sú zdrojom nektáru a peľu pre včely v jarnom a jesennom období (Švamberg, 2014). Produkcia nektáru na jeden kvet za deň je 0,1 – 0,3 mg, obsah sacharidov v nektári 28–36 % a cukornatosť 0,03 – 0,11 mg

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

(Haragsim, 2016). Produkcia peľu je hodnotená ako veľmi dobrá a nektáru ako dobrá (Pritsch, 2016).

Morfologická charakteristika peľu: Pri hodnotení peľových zŕn púpavy sme zistili dĺžku polárnej osi v rozpätí 25,06 – 34,75 μm a dĺžku ekvatoriálnej osi v rozpätí 23,03 – 29,65 μm (tab. 21).

Tabuľka 21 Základné veľkostné parametre peľových zŕn púpavy

Parameter	n	\bar{x} (μm)	Min (μm)	Max (μm)	V (%)
P-dĺžka polárnej osi	40	30,16	25,06	34,75	6,31
E-dĺžka ekvatoriálnej osi	40	26,80	23,03	29,65	26,80
P/E – index tvaru	40	1,13	1,08	1,22	2,48

Legenda: n – počet peľových zŕn, \bar{x} – aritmetický priemer, **Min** – minimum, **Max** – maximum, V – variačný koeficient

Peľová jednotka – monády

Polarita peľových zŕn – izopolárne

Symetria peľových zŕn – radiálne symetrické

Veľkosť peľových zŕn – stredné peľové zrná (25 – 50 μm)

Tvar peľových zŕn (P/E) – takmer guľovité peľové zrná (1 – 1,14)

Obrys peľových zŕn – okrúhle

Počet a tvar apertúr – 3, trojkolporátne

Skulptúra exiny – okienkovitá (lophate), ostnatá

Najdôležitejšie morfologické znaky peľových zŕn s detailným pohľadom na kľúčiacu otvor – apertúry a skulptúru exiny sú znázornené na obr. 12 (a – j).

Diploidy *Taraxacum* sect. *Ruderalia* produkujú veľkostne vyrovnaný peľ, zatiaľ čo peľ triploidov je nevyrovnaný (Mártonfiová, 2011). Obdobná situácia vo veľkostnej vyrovnanosti peľu sa vyskytuje aj pri iných druhoch púpav (Richards, 1970). Tvarová a veľkostná variabilita peľu je najčastejšie výsledkom nepravidelnosti vývinu peľu počas mikrosporogenézy a mikrogametogenézy (Koul a Singh, 1982). Hodnotenie variability peľu púpav viacerých ploidných úrovni zo sekcie *Palustris* ukazuje, že hoci neexistuje pozitívna korelácia medzi veľkosťou peľu a ploidiou, tvarová a veľkostná nevyrovnanosť peľu sa vyskytuje medzi taxónmi rôznej ploidnej úrovne. Najväčší rozsah tvarovej a veľkostnej variability peľu bol zaznamenaný pri triploidných jedincoch, stredná úroveň pri tetraploidných a najnižšou variabilitou sa vyznačovali pentaploidy (Marciniuk et al., 2010). Poruchy vo vývine peľu, ktoré sa prejavili zmenenými morfologickými znakmi sa môžu vyskytnúť v dôsledku environmentálnej záťaže. Ukázalo sa, že teratomorfne patologické zmeny peľových zŕn púpav sa objavili najvýraznejšie až do výšky 41,10 % v antropogénne zaťažených lokalitách v oblasti Kyjeva (Mazura et al., 2020). Preukazne atypický vývin peľu a tvorba anomálnych peľových zŕn vplyvom kontaminácie prostredia automobilovými imisiami bol zistený pri niektorých druhoch rodu *Quercus* (Ostrolucká a Križo, 1989; Ostrolucká, 1989).

Peľ púpav reprezentuje tzv. typ Crepis (Weryszko–Chmielewska a Chwil, 2006). Peľové zrná púpav sú charakterizované ako izopolárne trikolporátne monády malej

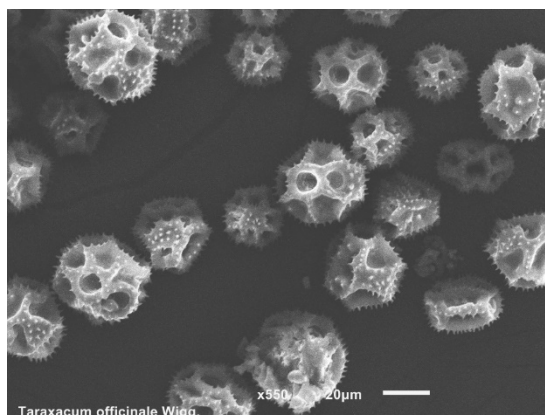
Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

veľkosti (10 – 25 µm). Veľkosť hydratovaného peľu dosahuje 21 – 25 µm. Dĺžka polárnej osi je 21 – 25 µm a rovnakú hodnotu má aj priemer peľových zŕn. Tvar peľových zŕn je guľovitý. Z polárneho pohľadu je obrys peľových zŕn kruhovitý. Dominantná orientácia je šikmá. Trieda peľu okienkovitá (lophate). Ornamentácia exiny je okienkovitá (lophate), ostnatá, perforovaná. Tektum je eutektátne, infratektum kanálikovité (alveolate), základná vrstva kontinuálna, endexina kompaktno–kontinuálna. Intina jednovrstvová. Zvláštnosti steny – vnútorné tektum. Na povrchu peľových zŕn sa nachádza peľový tmel. Zásobnou látkou v cytoplazme peľových zŕn je škrob. Peľové zrná sú trojbunkové (Bombosi a Heigl, 2021). Mierne väčšie rozmery peľových zŕn púpavy zaznamenali Janyerkye et al. (2014), ktorí uvádzajú priemernú dĺžku polárnej osi 29,5 µm a ekvatoriálnu os 25,1 µm. Väčšie peľové zrná púpav z troch rozdielnych lokalít v Poľsku uvádza Weryszko–Chmielewska a Chwil (2006), ktoré ich zaradujú do kategórie stredne veľkých. Autori uvádzajú priemerné hodnoty dĺžky polárnej osi od 28,97 do 30,64 µm a ekvatoriálnej osi od 31,80 do 33,66 µm. Porovnaním lokalít zistili, že väčšie rozmery peľových zŕn boli namerané vo vzorkách odobratých z lúčneho porastu v porovnaní so vzorkami z mestských oblastí. Stredne veľké peľové zrná 7 druhov púpav z oblasti Bursa (Turecko) opísali Abdullayeva a Kuşaksiz (2018). Okrem trojzonokolpátnych peľových zŕn uvádzajú zriedkavý výskyt tetrazonokolpátného peľu. Tvar peľových zŕn definovali ako slabo pretiahnutý, takmer guľovitý až plocho guľovitý. Skulptúra exiny vykazovala drobno ostnatý až ostnatý vzhľad. Exina peľových zŕn púpavy z odolných sporopeleninových biopolymérov a guľovitý tvar peľu s jednotným povrchovým vzorom sa ukazujú ako nádejná cesta prípravy mikrokapsúl využiteľných na prepravu rôznych látok, napr. liečiv v ľudskom organizme (Fan et al., 2018).

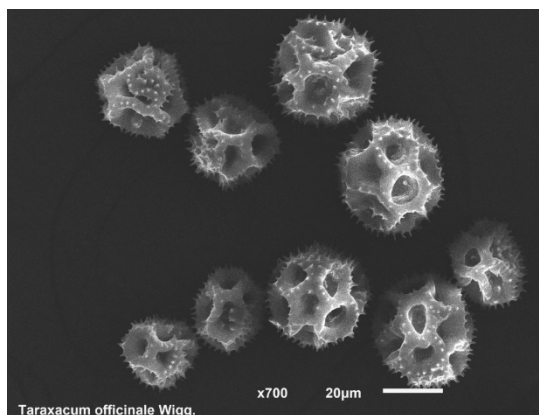
Podiel peľových zŕn jednotlivých druhov rastlín v medoch závisí od typu stanovišťa a floristickej skladby konkrétneho biotopu. Sabo et al. (2011) zistili, že med z lúčnych porastov obsahoval 3 – 4 % peľových zŕn púpavy, med z kultúrnych plôch 1 – 2 % a med z lesných biotopov 0,5 – 0,6 %.

Zatiaľ nedostatočne boli preskúmané alelopatické účinky peľu púpav. Prímes peľu púpavy v zmesi peľu, ktorý zbierali opel'ovače preukázala inhibičné účinky na spolukvitnúce druhy, čo sa prejavilo v nižšej násade semien pri niektorých druhoch rodu kandík (*Erythornium*) (Loughan et al., 2014).

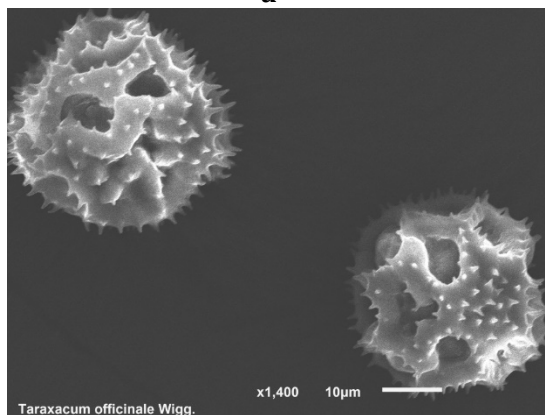
Fotodokumentácia



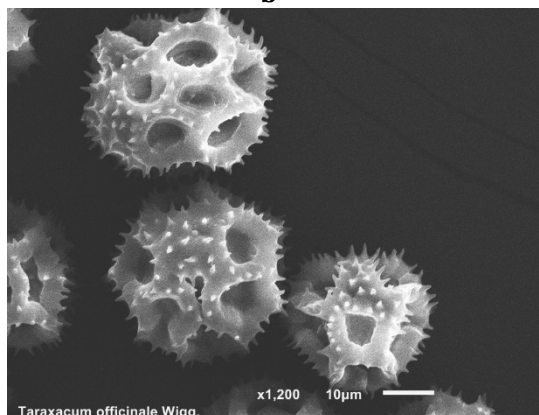
a



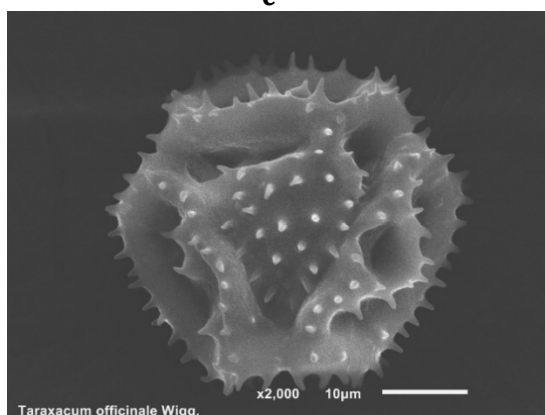
b



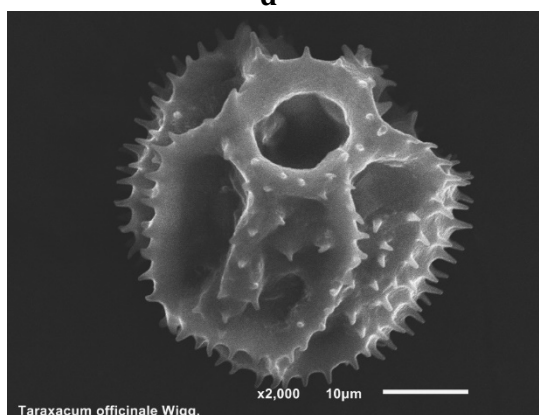
c



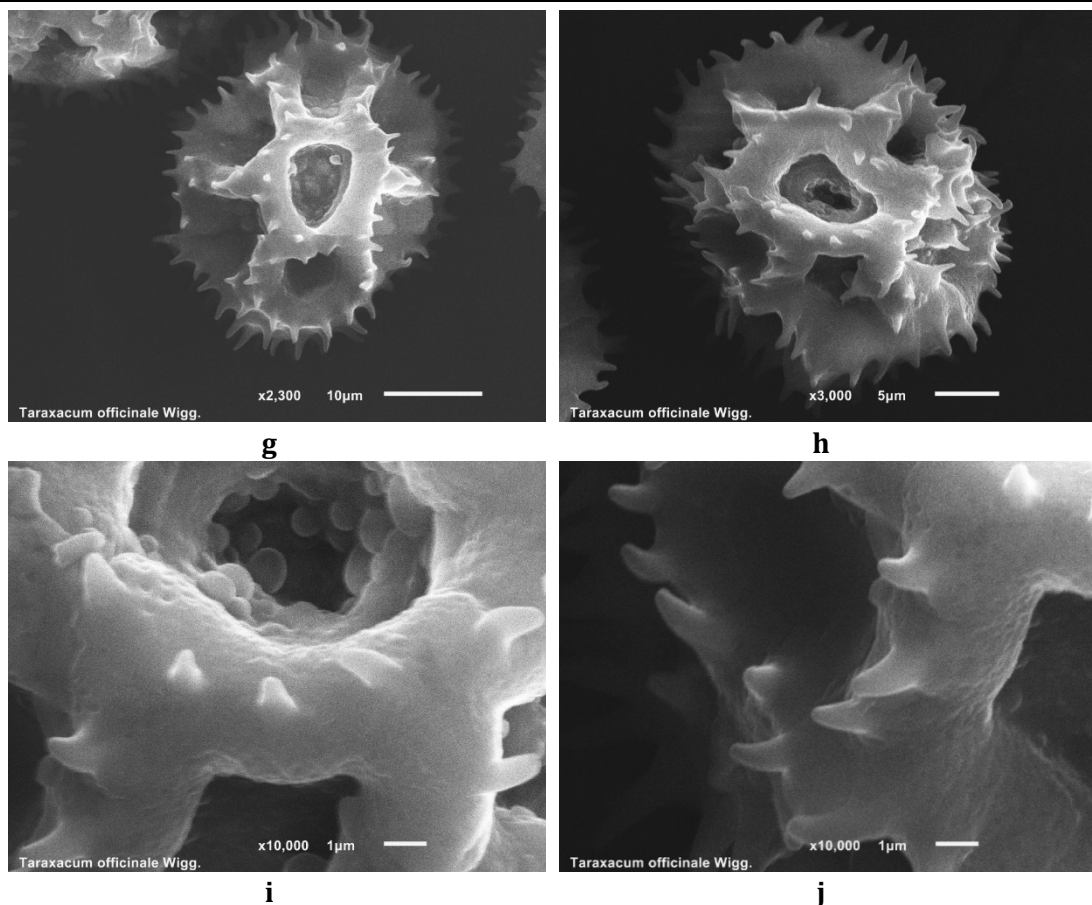
d



e



f



Obrázok 12 Peľové zrná púpavy: a – b) typický tvar peľových zŕn, c – d) okienkovitá štruktúra peľových zŕn, e) ostne na povrchu exiny, f) detail okienok peľového zrna, g – h) usporiadanie okienok na povrchu peľových zŕn, i) pohľad do vnútra okienka peľového zrna, j) detail ostňov exiny.

Foto: S. Motyleva

5. ZÁVERY

Prezentované výsledky v predloženej publikácii z hodnotenia morfolologickej charakteristiky peľových zŕn 12 druhov tradične pestovaných, okrasných, málo využívaných, invázných, voľne rastúcich, využívaných špeciálne pre pastvu včelstiev a iných druhov, z ktorých zbierajú včely nektár a peľ sú porovnateľné a v súlade s poznatkami iných autorov. Rozsiahla fotodokumentácia, získaná na skenovacím elektrónovom mikroskope, ilustruje pozorované a hodnotené morfologické znaky peľu ako veľkosť a tvar peľu, počet a tvar apertúr a detaily skulptúry exiny, a to na požadovanej profesionálnej úrovni. Prezentované výsledky a získané poznatky sú dôkazom, že pracovisko autorského kolektívu má možnosti realizovať palynologický výskum aj na medzinárodnej úrovni a spolupracovať s profesionálnymi medzinárodnými inštitúciami orientovanými na uvedený výskum.

Problematike peľu, významného z viacerých hľadísk, sa venuje nedostatočná pozornosť, zvlášť melisopalynologickému výskumu, a preto je opodstatnený cieľ autorského kolektívu intenzívne pokračovať v uvedenom výskume so zámerom štúdia peľu tých rastlinných druhov, ktoré sú dôležitým zdrojom peľu a nektáru pre včelstvá a opelovače s praktickým významom pre včelársku verejnosť a pre realizáciu melisopalynológie aj v podmienkach Slovenska.

Palynologickým výskumom sa zaoberajú už niekoľko desiatok rokov viaceré inštitúcie v mnohých krajinách sveta. Existujú národné a iné špecifické profesionálne palynologické databázy s rozsiahlymi údajmi o peľových zrnách, ktoré sú aj prakticky využívané. Niektoré údaje sú voľne prístupné, iné je možné využívať, ale sú spoplatnené. V tejto súvislosti sa vynára otázka, či je potrebné zabezpečiť palynologický výskum s vytvorením národnej palynologickej databázy aj na Slovensku.

V každom prípade uvažovaný zámer má svoj význam, nakoľko peľ je dôležitý nielen z hľadiska zabezpečovania reprodukcie rastlín, ale aj poznania fylogenetických, taxonomických vzťahov rastlinných druhov, ich geografického pôvodu a pre mnohé iné praktické využitie aj v podmienkach Slovenska. Napriek tomu, že v rámci každého druhu a dokonca aj rastliny existuje určitá variabilita v morfológii peľu, podmienená rôznymi faktormi, morfologické znaky peľových zŕn rastlinných druhov rastlín sú v podstate špecifické. Umožňujú identifikáciu daného druhu, a to s dosahom aj na druhové zastúpenie peľu v mede a určenie jeho botanického a geografického pôvodu. V rámci nášho palynologického výskumu sme meraním dĺžky polárnej a ekvatoriálnej osi stanovili veľkosť a tvar peľových zŕn študovaných druhov. Tieto morfologické znaky prispievajú k stanoveniu botanického pôvodu peľových zŕn. Predpokladáme, že môžu zohrať úlohu aj z hľadiska schopnosti zberu peľu včelami a inými opelovačmi. Pri stanovení veľkosti a tvaru a detekcii týchto parametrov špecifických pre daný druh je dôležité zvoliť jednotný metodický prístup. Totiž na rozdieloch vo veľkosti a tvare peľu sa môže podieľať stupeň dehydratácie zozbieraného peľu, tiež podmienky jeho uskladnenia, nakoľko je hydrofilný, na čo upozorňujú viacerí autori.

Výsledky potvrdili, že významným identifikačným znakom s možnosťou využitia aj pri detekcii spektra druhového zastúpenia peľu v mede je charakteristická, stabilná

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

skulptúra exiny a tiež počet, prípadne tvar apertúr, čo dokumentujú pozorovania na SEM a detaily štruktúry povrchu peľu na mikrofotografiách.

Správnosť identifikácie morfológických znakov peľových zŕn hodnotených druhov sme overili porovnaním vlastných výsledkov s poznatkami v iných databázach, ako aj iných autorov.

Potrebné je rešpektovať aj autorské práva autorov fotodokumentácie a morfológického opisu peľových zŕn jednotlivých druhov v už existujúcich databázach. Každá národná databáza prispieva k melisopalynologickému hodnoteniu originality včelích produktov na úrovni geografického pôvodu.

Melisopalynológia má praktický význam nielen pre identifikáciu botanického pôvodu peľových zŕn, ale aj peľových zŕn v ovzduší, ktoré zapríčiňujú alergie a tiež pre už spomenuté iné vedné oblasti.

Niektoré rastlinné druhy môžu byť rozšírené len v niektorých krajinách alebo v špecifických ekosystémoch týchto krajín. V každej krajine okrem rozšírených druhov postupne sú introdukované nové rastlinné druhy pre rôzne účely, a to najmä v okrasnom záhradníctve, ale aj viaceré ovocné druhy, ktoré pestovatelia rozširujú po celom území. V prípade Slovenska je to napr. ebenovník rajčiakový. Na základe uvedeného sa do medov a včelích produktov, ako aj do ovzdušia dostávajú peľové zrná rastlinných druhov aj zo subtropického alebo tropického pásma.

6. POUŽITÉ LITERÁRNE ZDROJE

1. Abdullayeva, N., Kuşaksiz, G. 2018. Pollen and achene morphology of *Taraxacum* F. H. Wigg. (*Asteraceae*) species distributed around Bursa. In *Journal of Scientific Perspectives*, vol. 2, no. 2, pp. 85-100. Dostupné na: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jsp/issue/37514/433370>
2. Abu-Asab, M. S., Cantino, P. D. 1994. Systematic implication of pollen morphology in sybfamilies *Lamioideae* and *Pogostemonoideae* (*Labiatae*). In *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 81, no. 4, pp. 653-686. Dostupné na: <https://doi.org/10.2307/2399915>
3. Adamchuk, L., Bilotserkivets, T., Šimková, J. 2017. Nectar and pollen productivity of common cichory. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, no. 1, pp. 1-7. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.1-7>
4. Addi, A., Bareke, T. 2021. Botanical origin and characterization of monofloral honey in Southwestern forest of Ethiopia. In *Food Science & Nutrition*, vol. 9, no. 9, pp. 4998-5005. Dostupné na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/fsn3.2453>
5. Agnihotri, M. S., Singh, B. P. 1975. Pollen production and allergenic significance of some grasses around Lucknow. In *J. Palynol.*, no. 11, pp. 151-154.
6. Ahlers, F., Lambert, J., Wiermann, R. 2003. Acetylation and silylation of piperidine solubilized sporopollenin from pollen of *Typha angustifolia* L. In *Zeitschrift für Naturforschung*, vol. 58, no. 11-12, pp. 807-811. Dostupné na: <https://doi.org/10.1515/znc-2003-11-1210>
7. Alinho, A. T., Ramos, M. J. N., Alves, S., Rocheta, M., Morais-Cecílio, L., Gomes-Laranjo, J., Sobral, R., Costa, M. M. R. 2021. The dynamics of flower development in *Castanea sativa* Mill. In *Plants*, vol. 10, no. 8, pp. 1538. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/plants10081538>
8. Aluri, J. S. R. 2022. Floral biology and pollination in *Diospyros chloroxylon* (Ebenaceae) and *Hybanthus anneaspermus* (Violaceae). In *Discovery*, vol. 58, no. 313, pp. 34-38.
9. Amer, W. M., Al Shaye, N. A., Hassan, M. O., Khalaf, M. H. 2023. Heteroblastic inflorescence of *Lamium amplexicaule* L. in Egyptian flora. In *Plants*, vol. 12, no. 5, pp. 1028. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/plants12051028>
10. Anderson, J. T., Panetta, A. M., Mitchell-Olds, T. 2012. Evolutionary and ecological responses to anthropogenic climate change: update on anthropogenic climate change. In *Plant Physiology*, vol. 160, no. 4, pp. 1728-1740. Dostupné na: <https://doi.org/10.1104/pp.112.206219>
11. Andreicut, A.-D., Pârvu, A. E., Mot, A. C., Pârvu, M., Fischer-Fodor, E., Feldrihan, V., Cătoi, A. F., Irimie, A. 2018. Anti-inflammatory and antioxidant effects of *Mahonia aquifolium* leaves and bark extracts. In *Farmacia*, vol. 66, no. 1, pp. 49-58. Dostupné na: <https://doi.org/10.1155/2018/2879793>

12. Arroyo, M. T. K., Dudley, L. S., Jespersen, G., Pacheco, D. A., Cavieres, L. A. 2013. Temperature-driven flower longevity in a high-alpine species of *Oxalis* influences reproductive assurance. In *New Phytologist*, vol. 200, pp. 1260-1268. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/nph.12443>
13. Arzani, K., Nejatian, M. A., Karimzadeh, G. 2005. Apricot (*Prunus armeniaca*) pollen morphological characterisation through scanning electron microscopy, using multivariate analysis. In *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, vol. 33, pp. 381-388. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/01140671.2005.9514374>
14. Astiz, V., Hernández, L. F. 2013. Pollen production in sunflower (*Helianthus annuus* L.) is affected by air temperature and relative humidity during early reproductive growth. In *Phyton*, vol. 82, pp. 297-302. Dostupné na: <http://surl.li/mecqb>
15. Atalay, Z. 2016. Anatomy, palynology, and floral diversity of the genus *Lamium* L. (*Lamiaceae*) in Turkey. In *Thesis: Middle East Technical University Turkey*, 208 p.
16. Atasagun, B., Aksoy, A., Martin, E. 2015. Contribution to the systematic knowledge of *Lamium multifidum* and *L. orientale* (*Lamiaceae*). In *Phytotaxa*, vol. 203, no. 2, pp. 147-158. Dostupné na: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.203.2.4>
17. Austen, E. J., Rowe, L., Stinchcombe, J. R., Forrest, J. R. 2017. Explaining the apparent paradox of persistent selection for early flowering. In *New Phytologist*, vol. 215, pp. 929-934. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/nph.14580>
18. Baghali, Z., Majd, A., Chehregani, A., Pourpak, Z., Ayerian, S., Vatanchian, M. 2011. Cytotoxic effect of benzo(a)pyrene on development and protein pattern of sunflower pollen grains. In *Toxicological & Environmental Chemistry*, vol. 93, no. 4, pp. 665-677. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/02772248.2011.560851>
19. Baranec, T. 1986. *Biosystematické štúdium rodu Crataegus L. na Slovensku*. Bratislava: Veda. 120 s.
20. Baranec, T. 1992. *Crataegus monogyna* Jacq. Hloh jednosemenný. *Flora Slovenska* IV/3 (Bertová, ed.), Bratislava: VEDA. s. 473-476. ISBN 80-224-0077-7.
21. Baranec, T., Ďurišová, L., Košťál, L. 1999. Preliminary reports of reproductive biology studies in some *Crataegus* species from Slovakia. In *Acta Biologica Cracoviensia series Botanica*, vol. 41, no. 1, pp. 32. ISSN 0001-5296.
22. Baranec, T., Poláčiková, M., Ďurišová, L., Klimková, M. 1995. Palynologická charakteristika niektorých zástupcov čeľde *Rosaceae* L. In *Peľ významná zložka životného prostredia – zborník referátov zo seminára Katedry fytológie na LF TU vo Zvolene*, (Križo ed.), Zvolen: Lesoprojekt, s. 17-20.
23. Barry, J. A., Mollan, S., Burdon, M. A., Jenkins, M., Denniston, A. K. 2017. Development and validation of a questionnaire assessing the quality of life impact of Colour Blindness (CBQoL). In *BMC Ophthalmology*, vol. 17, no. 1, p. 179. Dostupné na: <https://doi.org/10.1186/s12886-017-0579-z>
24. Bayram, N. E. 2019. Quality evaluation and pollen profile of honey samples from different locations. In *Progress in Nutrition*, vol. 21, no. 4, pp. 928-934. Dostupné na: <https://doi.org/10.23751/pn.v21i4.8862>

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

25. Begum, H. A., Iqbal, J., Aziz, A. 2021. Characterization of pollen profile of *Apis mellifera* L. in arid region of Pakistan. In *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 28, no. 5, pp. 2964-2974. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.035>
26. Benčať, F., Benčať, T., Goliašová, K. 2006. *Castanea sativa* Mill. Gaštan jedlý. In *Flóra Slovenska V/3* (Goliašová K., Michalková E. eds.), Bratislava: VEDA, s. 103-108. ISBN 80-224-0922-7.
27. Benčať, T. 1982. *Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku*. Bratislava : VEDA, 1982, 359 pp.
28. Beri, S. M., Anand, S. C. 1971. Factors affecting pollen shedding capacity in wheat. In *Euphytica*, no. 20, pp. 327-332.
29. Beyhan, N., Serdar, U. 2009. *In vitro* pollen germination and tube growth of some European chestnut genotypes (*Castanea sativa* Mill.) In *Fruits*, vol. 64, no. 3, pp. 157-165. Dostupné na: <https://doi.org/10.1051/fruits/2009011>
30. Biela, M. 2023. *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/aronia-melanocarpa/> [cit. 2023-07-01].
31. Birsa, M. L., Sarbu, L. G. 2023. Health benefits of key constituents in *Cichorium intybus* L. In *Nutrients*, vol. 15, no. 6, pp. 1322. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/nu15061322>
32. Blackmore, S. 1982. A functional interpretation of *Lactuceae* (*Compositae*) pollen. In *Plant Systematic and Evolution*, vol. 141, pp. 153-168.
33. Blackmore, S. 1986. The identification and taxonomic significance of lophate pollen in the *Compositae*. In *Canadian Journal of Botany*, vol. 64, pp. 3101-3112.
34. Blackmore, S. 1992. Scanning electron microscopy in palynology. In: *Erdtman's Handbook of Palynology* (Nilsson S., Praglowski J. eds., 2nd edition), Copenhagen: Munksgaard, pp. 403-431.
35. Boavida, L. C., Becker, J. D., Feijó, J. A. 2005. The making of gametes in higher plants. In *International Journal of Developmental Biology*, vol. 49, no. 5-6, pp. 595-614. Dostupné na: <https://doi.org/10.1387/ijdb.052019lb>
36. Bobuľská, L., Demková, L., Čerevková, A., Renčo, M. 2019. Invasive goldenrod (*Solidago gigantea*) influences soil microbial activities in forest and grassland ecosystems in Central Europe. In *Diversity*, vol. 11, no. 8, pp. 134. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/d11080134>
37. Bombosi, P., Heigl, H. 2021. *Taraxacum officinale*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: [https://www.paldat.org/pub/Taraxacum officinale/305331;jsessionid=69E54C84AC93A90A56D1B7F3A312B8F7](https://www.paldat.org/pub/Taraxacum_officinale/305331;jsessionid=69E54C84AC93A90A56D1B7F3A312B8F7) [cit. 2023-08-12].
38. Bonciu, E. 2013. Aspects of the pollen grains diameter variability and the pollen viability to some sunflower genotypes. In *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, vol. 17, no. 1, pp. 161-165. Dostupné na: <http://surl.li/medch>

39. Botta, R., Vergano, G., Me, G., Vallania, R. 1995. Floral biology and embryo development in chestnut (*Castanea sativa* Mill.) In *HortScience*, vol. 30, no. 6, pp. 1283-1286.
40. Bown, D. 2008. *Encyclopedia of herbs*. London: DK, London, The Royal Horticultural Society, 448 p. ISBN 978-1-4053-3238-5.
41. Brand, M. H., Obae, S. G., Mahoney, J. D., Conolly, B. A. 2022. Ploidy, genetic diversity and speciation of the genus *Aronia*. In *Scientia Horticulturae*, vol. 291, no. 110604. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110604>
42. Brodschneider, R., Kalcher-Sommersguter, E., Kuchling, S., Dietemann, V., Gray, A., Božič, J., Briedis, A., Carreck, N. L., Chlebo, R., Crailsheim, K., Coffey, M. F., Dahle, B., González-Porto, A. V., Filipi, J., de Graaf, D. C., Hatjina, F., Ioannidis, P., Ion, N., Jørgensen, A. S., Kristiansen, P., Lecocq, A., Odoux, J.-F., Özkirim, A., Peterson, M., Podrižnik, B., Rašić, S., Retschnig, G., Schiesser, A., Tosi, S., Vejsnæs, F., Williams, G., van der Steen, J. J. M. 2021. CSI pollen: diversity of honey bee collected pollen studied by citizen scientists. In *Insects*, vol. 12, no. 11, p. 987. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/insects12110987>
43. Brovarskyj, V. D., Brindza, J., Adamchuk, L. O., Bacigálová, K., Balátová, Z., Bíro, D., Bolvanský, M., Brovarska, O., Fatrcová Šramková, K., Ferienc, P., Fil, M., Gálik, B., Gróf, J., Grygorieva, O., Harichová, J., Holeciová, J., Juráček, M., Kačániová, M., Karellová, E., Kňazovická, V., Klymenko, S. V., Kochanová, Z., Kolník, M., Machavová, D., Máriássyová, M., Melich, M., Miklošíková, Z., Molnárová, E., Nôžková, J., Ostrolucká, M. G., Ostrovský, R., Piecková, E., Prokšová, M., Szczesna, T., Stehlíková, B., Synytsya, A., Šimko, M., Tirpáková, A., Toman, R., Tóth, D., Urbanovičová, O. 2010. *Včelí obnôžkový peľ*. 1. vyd. Kijev : FOP I. S. Maidachenko. 288 p. ISBN 978-966-8302-31-2.
44. Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, W. A., Kumar, N., Imran, M. 2015. Persimmon (*Diospyros kaki*) Fruit: hidden phytochemicals and health claims. In *EXCLI Journal*, vol. 14, pp. 542-561. Dostupné na: <https://doi.org/10.17179/excli2015-159>
45. Cady, S. W. 1993. *Pollination and flowering patterns of field-grown pumpkin (Cucurbita pepo)*. PhD dissertation, Cornell University, Ithaca,
46. Čalić, D., Devrnja, N., Kostić, I., Kostić, M. 2013. Pollen morphology, viability, and germination of *Prunus domestica* cv. Požegača. In *Scientia Horticulturae*, vol. 155, pp. 118-122. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.03.017>
47. Campos, M. G., Anjos, O., Chica, M., Campoy, P., Nozkova, J., Almaraz-Abarca, N., Barreto, L. M. R. C., Nordi, J. C., Estevinho, L. M., Pascoal, A., Paula, V. B., Chopina, A., Dias, L. G., Tešić, Ž. L. J., Mosić, M. D., Kostić, A. Ž., Pešić, M. B., Milojković-Opsenica, D. M., Sickel, W., Ankenbrand, M. J., Grimmer, G., Steffan-Dewenter, I., Keller, A., Förster, F., Tananaki, C. H., Liolios, V., Kanelis, D., Rodopoulou, M-A., Thrasyvoulou, A., Paulo, L., Kast, C., Lucchetti, M. A., Glauser, G., Lokutova, O., de Almeida-Muradian, L. B., Szczesna, T., Carreck, N. L. 2021. Standard methods for pollen research. In *Journal of Apicultural Research*, vol. 60, pp. 1-109. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1948240>

48. Cane, J. H., Minckley, R. L., Kervin, L. J., Roulston, T. H., Williams, N. M. 2006. Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. In *Ecological Applications*, vol. 16, no. 2, pp. 632-644. Dostupné na: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[0632:crwadb\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[0632:crwadb]2.0.co;2)
49. Cibulka, R. 2023. *Lamium purpureum* L. – hluchavka nachová / hluchavka purpurová. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/lamium-purpureum/> [cit. 2023-08-25].
50. Coklar, H., Akbulut, M. 2017. Anthocyanins and phenolic compounds of *Mahonia aquifolium* berries and their antioxidant activity. In *Journal of Functional Foods*, vol. 35, pp. 166-174. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.05.037>
51. Conti, I., Medrzycki, P., Grillenzoni, F. V., Corvucci, F., Tosi, S., Malagnini, V., Spinella, M., Mariotti, M. G. 2016. Floral diversity of pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.): validation of the chromatic assessment method. In *Journal of Apicultural Science*, vol. 60, no. 2, pp. 1-12. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1515/IAS-2016-0028>
52. Czigle, S., Filep, R., Balažová, E., Szentgyörgyi, H., Balázs, V. L., Kocsis, M., Purger, D., Papp, N., Farkas, Á. 2022. Antioxidant capacity determination of Hungarian-, Slovak-, and Polish- origin goldenrod honeys. In *Plants*, vol. 11, no. 6, pp. 792. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/plants11060792>
53. Červenka, M. a kol. 1986. *Slovenské botanické názvoslovie*. Bratislava: Príroda, 520 s.
54. Dalalbashi, A. A., Al-Mathidy, A. 2022. Morphological characters the pollen grains of Apricot plant *Prunus armeniaca* L. and Plum *Prunus domestica* L. cultivated in northern Iraq. In *Journal of Education and Science*, vol. 31, no. 2, pp. 150-160. Dostupné na: <https://doi.org/10.33899/EDUSJ.2022.133027.1215>
55. Dallorto, F. A. C., Barbosa, W., Ojima, M., Campos, S. A. F. 1985. Análise do pólen em dezoito cultivares de macieira. In *Bragantia*, no. 44, pp. 421-427.
56. De Campos, S. S., Schifino, W., Schwarz, S. F., Veit, P. A. 2015. Biologia floral e viabilidade de pólen em cultivares de caqui (*Diospyros kaki* L.) e *Diospyros virginiana* L. In *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 37, no. 3, pp. 685-691. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-154/14>
57. De Vries, A. Ph. 1971. Flowering biology of wheat, particularly in view of hybrid seed production – a review. In *Euphytica*, no. 20, pp. 152-169.
58. Den Nijs, J. C. M., Kirschner, J., Štěpánek, J., Van Der Hulst, A. 1990. Distribution of diploid sexual plants of *Taraxacum* sect. *Ruderalia* in east-Central Europe, with special reference to Czechoslovakia. In *Plant Systematics and Evolution*, vol. 170, pp. 71-84.
59. Di Napoli, A., Zucchetti, P. 2021. A comprehensive review of the benefits of *Taraxacum officinale* on human health. In *Bulletin of the National Research Centre*, vol. 45, article 110. Dostupné na: <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00567-1>
60. Di Pasquale, G., Alaux, C., Le Conte, Y., Odoux, J. F., Pioz, M., Vaissière, B. E., Belzunces, L. P., Decourtye, A. 2016. Variations in the availability of pollen resources affect

- honey bee health. In *PLoS One*, vol. 11, e0162818. Dostupné na: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162818>
61. Dias, M. I., Barros, L., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R. 2014. Nutritional composition, antioxidant activity of wild *Taraxacum* sect. *Ruderalia*. In *Food Reserch International*, vol. 56, pp. 266-271. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.003>
62. Diethart, B., Heigl, H. 2020. *Solidago canadensis*. In *PalDat – A palynological database*. [https://www.paldat.org/pub/Solidago canadensis/304601](https://www.paldat.org/pub/Solidago_canadensis/304601) [cit. 2023-08-14].
63. Doaigey, A. R., El-Zaidy, M., Alfarham, A., El-Salam Milagy, A., Jacob, T. 2018. Pollen morphology of certain species of the family *Lamiaceae* in Saudi Arabia. In *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 25, no. 2, pp. 354-360. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.03.001>
64. Dobjanschi, L., Patay, E. B., Fritea, L., Tămaş, M., Jurca, A., Jurca, C., Zdrinca, M. 2021. Morpho-histological studies of three Romanian *Solidago* species. In *Pakistan Journal of Botany*, vol. 53, no. 1, pp. 161-166. Dostupné na: [http://dx.doi.org/10.30848/PIB2021-1\(24\)](http://dx.doi.org/10.30848/PIB2021-1(24))
65. Đorđević M., Paunović, S. M., Milinković, M., Cerović, R., Nikolić, D. 2019. Pollen *in vitro* germination, viability and morphology of black chokeberry cultivar 'Aronia Nero' (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot). In *MCM 2019 14th Multinational Congress on microscopy*, September 15-20, 2019 in Belgrade, Serbia, pp. 491-493. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/336253336>
66. Dorušková, V. 2023. *Prunus avium* (L.) L. třešeň ptačí / čerešňa vtáčia. <https://botany.cz/cs/prunus-avium/> [cit. 2023-08-26].
67. Dostál, J., Futák, J., Novák, F. A. 1966: *Flóra Slovenska I*. Vydavateľstvo SAV. 602 s.
68. Ďurišová, Ľ. 2018. *Vývin, vitalita a morológia peľu zástupcov rodu Prunus L.* Nitra: SPU, 116 s. ISBN 978-80-552-1945-5.
69. Dvořáková, M. 2004. *Cichorium* L. – čekanka. In Slavík, B., Štěpánková, J., Štěpánek, J. (eds), *Květena České republiky 7*, Praha: Academia, p. 484-487.
70. Eenink, A. H. 1981. Compatibility and incompatibility in witloof-chicory (*Cichorium intybus* L.). 1. The influence of temperature and plant age on pollen germination and seed production. In *Euphytica*, vol. 30, pp. 71-76.
71. Ehrlén, J. 2015. Selection on flowering time in a life-cycle context. In *Oikos*, vol. 124, 92-101. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/oik.01473>
72. Elzinga, J. A., Atlan, A., Biere, A., Gigord, L., Weis, A. E., Bernasconi, G. 2007. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. In *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 22, no. 8, pp. 432-439. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.05.006>
73. Erdoğan, N., Pehlivan, S., Doğan, C. 2006. Pollen analysis of honeys from Hendek – Akyazi and Kocaali districts of Adapazari province (Turkey). In *Mellifera*, vol. 6, no. 10-12, pp. 20-27.

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

74. Erdtman, G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms: Chronica Botanica*. Stockholm: Almquist and Wiksell.
75. Erdtman, G., Dunbar, A. 1966. Notes on electron micrographs illustrating the pollen morphology in *Armeria maritima* and *Armeria sibirica*. In *Grana Palynologica*, no. 6, pp. 338-354.
76. Faegri, K. 1956. Recent trends in palynology. In *Botanical Review*, no. 22, pp. 639-664.
77. Faegri, K., Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. U. K.: John Wiley & Sons, Chichester, 328 p.
78. Faienza, M. F., Corbo, F., Carocci, A., Catalano, A., Clodovea, M. L., Grano, M., Wang, D. Q.-H., D'Amato, G., Muraglia, M., Franchini, C., Brunetti, G., Portincasa, P. 2020. Novel insight in health-promoting properties of sweet cherries. In *Journal of Functional Foods*, vol. 69, no. 103945. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103945>
79. Fan, M., Zhang, X., Song, H., Zhang, Y. 2023. Dandelion (*Taraxacum* Genus): A review of chemical constituents and pharmacological effects. In *Molecules*, vol. 28, no. 13, pp. 5022. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/molecules28135022>
80. Fan, T., Park, J. H., Pham, Q. A., Tan, E.-L., Mundargi, R. C., Potroz, M., Jung, H., Cho, N.-J. 2018. Extraction of cage-like sporopollenin exine capsules from dandelion pollen grains. In *Scientific Reports*, vol. 8, no. 1, pp. 6565. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24336-9>
81. Feng, S., Fu, Q. 2013. Expansion of global drylands under a warming climate. In *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 13, no. 6, pp. 14637-14665. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.5194/acpd-13-14637-2013>
82. Fethers, A., Cantalupo, P. G., Wei, N., Sáenz Robles, M. T., Stanley, A., Stephens, J. D., Pipas, J. M., Ashman, T.-L. 2022. The pollen virome of wild plants and its association with variation in floral traits and land use. In *Nature Communications*, vol. 13, no. 523. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28143-9>
83. Filipiak, M., Walczyńska, A., Denisow, B., Petanidou, T., Ziółkowska, E. 2022. Phenology and Production of Pollen, Nectar, and Sugar in 1612 Plant Species from Various Environments. In *Ecology*, vol. 103, no. 7, p. 3705. Dostupné na: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ecy.3705>
84. Firdous, S., Ahmed, H., Hussain, M., Shah, M. 2015. Pollen morphology of *Ajuga* L., *Lamium* L. and *Phlomis* L. (*Lamiaceae*) from district Abbottabad Pakistan. In *Pakistan Journal of Botany*, vol. 47, no. 1, pp. 269-274. Dostupné na: <http://surl.li/medqa>
85. Florenzano, A., Marignani, M., Rosati, L., Fascetti, S., Mercuri, A. M. 2015. Are Cichorieae an indicator of open habitats and pastoralism in current and past vegetation studies? In *Plant Biosystems*, vol. 149, no. 1, pp. 154-165. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.998311>
86. Franks, S. J., Sim, S., Weis, A. E. 2007. Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. In *Proceedings of the National Academy of*

Sciences of the USA, vol. 104, no. 4, pp. 1278-1282. Dostupné na: <https://doi.org/10.1073/pnas.0608379104>

87. Free, J. F. 1993. *Insect pollination of crops*. Cardiff, UK: University of Wales, 684 p.
88. Freiberg, M., Winter, M., Gentile, A., Zizk, A., Muellner-Riehl, A. N., Weigelt, A., Wirth, C. 2020. LCVP, The Leipzig catalogue of vascular plants, a new taxonomic reference list for all known vascular plants. In *Scientific Data*, vol. 7, article number: 416. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00702-z>
89. Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs, R., Javorek, S. K., Kennedy, C. M., Krewenka, K. M., Krishnan, S., Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Motzke, I., Munyuli, T., Nault, B. A., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S. G., Rader, R., Ricketts, T. H., Rundlöf, M., Seymour, C. L., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tscharrntke, T., Vergara, C. H., Viana, B. F., Wanger, T. C., Westphal, C., Williams, N., Klein, A. M. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. In *Science*, vol. 339, pp. 1608-1611. Dostupné na: <https://doi.org/10.1126/science.1230200>
90. Geraci, A., Polizzano, V., Marino, P., Schicchi, R. 2012. Investigation on the pollen morphology of traditional cultivars of *Prunus* species in Sicily. In *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, vol. 81, no. 13, pp. 175-184. Dostupné na: <https://doi.org/10.5586/asbp.2012.017>
91. Giacomini, J. J., Connon, S. J., Marulanda, D., Adler, L. S., Irwin, R. E. 2021. The costs and benefits of sunflower pollen diet on bumble bee colony disease and health. In *Ecosphere*, vol. 12, no. 7, e03663. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/ecs2.3663>
92. Giovanetti, M., Malabusini, S., Zugno, M., Lupi, D. 2022. Influence of flowering characteristics, local environment, and daily temperature on the visits paid by *Apis mellifera* to the exotic crop *Phacelia tanacetifolia*. In *Sustainability*, vol. 14, no. 16, 10186. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/su141610186>
93. Gojdičová, E., Cvachová, A., Karasová, E. 2002. Zoznam nepôvodných, invázných a expanzívnych cievnatých rastlín Slovenska 2. In *Ochrana prírody*, č. 21, s. 59-79.
94. Gotelli, M. M., Galati, B. G., Medan, D. 2008. Embryology of *Helianthus annuus* (Asteraceae). In *Annales Botanici Fennici*, vol. 45, pp. 81-96.
95. Grimm, N., Faeth, S., Golubiewski, N., Redman, C., Wu, J., Bai, X., Briggs, J. 2008. Global change and the ecology of cities. In *Science*, vol. 319, no. 5864, pp. 756-760. Dostupné na: <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
96. Grygorieva, O., Abrahámová, V. 2013. Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.). In *Pollen and Bee Pollen of Some Plant Species* (Brindza J. & Brovarskyi V. eds.). Kyiv. pp. 45-51. ISBN 978-80-552-1073-5.
97. Grygorieva, O., Brindza, J., Ostrolucká, M. G., Ostrovský, R., Klymenko, S., Nôžková, J., Tóth, D. 2010. Pollen characteristics in some persimmon species (*Diospyros* spp.).

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

- In *Agriculture*, vol. 56, no. 4, pp. 121-130. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/303719651>
98. Grygorieva, O., Klymenko, S., Vinogradova, Y., Motyleva, S., Gurnenko, I., Piórecki, N., Brindza, J. 2018. Study of Morphological Characteristic of Pollen Grains of *Aronia Mitchurinii* A. K. Skvorstsov & Maitul. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, vol. 2, no. 2 pp. 49-56. Dostupné na: <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2018.2585-8246.049-056>
99. Gul, S., Ahmad, M., Zafar, M., Bahadur, S., Zaman, W., Ayaz, A., Shuaib, M., Butt, M. A., Ullah, F., Saquib, S., Nizamani, M. M., Urooj, Z. 2020. Palynological characteristics of selected *Lamioideae* taxa and its taxonomic significance. In *Microscopy Research and Technique*, vol. 84, no. 3, pp. 471-479. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/jemt.23603>
100. Gutzerová, N. 2023. *Diospyros kaki* Thumb. – tomel japonský. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/diospyros-kaki/> [cit. 2023-08-30].
101. Habibi, M., Attar, F., Anbaran, F. 2022. Taxonomic importance of pollen micromorphology *Prunus* L. subgenus *Cerasus* Pers. (*Rosaceae*) from Iran. In *The Iranian Journal of Botany*, vol. 28, no. 2, pp. 96-112. Dostupné na: <https://doi.org/10.22092/ijb.2022.128196>
102. Halbritter, H. 2005. *Phacelia tanacetifolia*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Phacelia_tanacetifolia/113451;jsessionid=053BA749A17956997BA907249937AB30 [cit. 2023-08-05].
103. Halbritter, H. 2016. *Aronia melanocarpa*. In *PalDat – Palynological Database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Aronia_melanocarpa/300668 [cit. 2016-22-03].
104. Halbritter, H., Auer, W. 2020a. *Lamium purpureum*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Lamium_purpureum/304426;jsessionid=E7DDDBB A56E616A697E17182DBFE2A86 [cit. 2023-08-10].
105. Halbritter, H., Auer, W. 2020b. *Solidago gigantea*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Solidago_gigantea/304602;jsessionid=BFDBF1CCA 5205E256DA337E75816D7D2 [cit. 2023-08-14].
106. Halbritter, H., Heigl, H. 2020. *Cichorium intybus*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Cichorium_intybus/304689;jsessionid=F13D648C0 CBCA2BCCA4FD0C400C18379 [cit. 2023-08-18].
107. Halbritter, H., Heigl, H., Auer, W. 2021. *Prunus avium*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Prunus_avium/306332;jsessionid=EB3366A1CE67 372969D826F95CCF6626 [cit. 2023-08-16].

108. Halbritter, H., Heigl, H., Svojtka, N. 2020a. *Helianthus annuus*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Helianthus_annuus/304619;jsessionid=7E396FF2F4B7686A60E95A132BF0027F [cit. 2023-08-10].
109. Halbritter, H., Hesse, M. 1995. The convergent evolution of exine shields in Angiosperm pollen. In *Grana*, vol. 34, pp. 108-119.
110. Halbritter, H., Hesse, M. 2004. Principial modes of infoldings in tricolp(or)ate Angiosperm pollen. In *Grana*, vol. 43, no. 1, pp. 1-14. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/00173130310017625>
111. Halbritter, H., Sam, S., Heigl, H., Buchner, R. 2020b. *Castanea sativa*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Castanea_sativa/303767 [cit. 2023-07-02].
112. Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., Frosch-Radivo, A. 2018. Palynology: History and Systematic Aspects. In *Illustrated Pollen Terminology*. Springer, Cham. Dostupné na: https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6_1
113. Hamideh, R., Ahmad, M., Sedigheh, A., Fariba, S., Sedigheh M. 2012. A study of microsporogenesis and pollen morphology in *Crarategus babakhanloui* (Rosaceae). In *Advances in Environmental Biology*, vol. 6, no. 11, p. 2986-2991.
114. Hao, K., Tian, Z.-X., Wang, Z.-Ch., Huang, S.-Q. 2020. Pollen grain size associated with pollinator feeding strategy. In *Proceedings of the Royal Society B*, vol. 287, no. 20201191. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2020.1191>
115. Haragsim, O. 2016. *Včelařské dřeviny a byliny*. Praha: Grada. 200 s. ISBN 978-80-247-4647-0.
116. Hardin, J. W. 1973. The enigmatic chokeberries (*Aronia*, Rosaceae). In *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, vol. 100, no. 3, pp. 178-184.
117. Harley, M. M., Ferguson, I. K. 1990. The role of the SEM in pollen morphology and plant systematics. In *Claugher D (ed) Scanning Electron Microscopy in Taxonomy and Functional Morphology. Syst Ass Special*, Oxford: Clarendon Press, vol. 41, pp. 45-68.
118. Hay, W. W, Sandberg, P. A. 1967. The Scanning Electron Microscope, a major breakthrough for micropaleontology. In *Micropaleontology*, no. 13, pp. 407-418.
119. Hebda, R. J., Chinnappa, C. C., Smith, B. M. 1988. Pollen morphology of the Rosaceae of Western Canada. I. *Agrimonia* to *Crataegus*. In *Grana*, vol. 27, pp. 95-113. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/00173138809432836>
120. Hebda, R. J., Chinnappa, C. C., Smith, B. M. 1991. Pollen morphology of the Rosaceae of Western Canada. IV. *Luetkea*, *Oemleria*, *Physocarpus*, *Prunus*. In *Canadian Journal of Botany*, vol. 69, no. 12. Dostupné na: <https://doi.org/10.1139/b91-322>
121. Hesse, M., Halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., Zetter, R. 2009. *Pollen Terminology: An illustrated handbook*. Wien, New York: Springer Sciences & Business Media. 266 p. ISBN 978-3-211-79893-5.

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

122. Hirschwehr, R., Jäger, S., Horak, F., Ferreira, V. R., Ebner, C., Kraft, D., Scheiner, O. 1993. Allergens from birch pollen and pollen of the European chestnut share common epitopes. In *Clinical & Experimental Allergy*, vol. 23, no. 9, pp. 755-61. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.1993.tb00363.x>
123. Hodges, D. 1952. *The pollen loads of the honeybee: a guide to their identification and form*. London: Bee Research Association.
124. Hofmann, A. A., Sgrò, C. M. 2011. Climate change and evolutionary adaptation. In *Nature*, vol. 470, pp. 479-485. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/nature09670>
125. Horčinová Sedláčková, V., Grygorieva, O., Gurnenko, I. 2021. Study of morphological characters of pollen grains sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) by scanning electron microscopy. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, vol. 5, no. 1, pp. 116-125. Dostupné na: <https://doi.org/10.15414/ainh1q.2021.0012>
126. Horner, H. T., Pearson, CH. B. 1978. Pollen wall and aperture development in *Helianthus annuus* (Compositae: Heliantheae). In *American Journal of Botany*, vol. 65, no. 3, pp. 293-309.
127. Hoskovec, L. 2023a. *Cichorium intybus* L. – čekanka obecná / čakanka obyčajná. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/cichorium-intybus-intybus/> [cit. 2023-07-22].
128. Hoskovec, L. 2023b. *Taraxacum* sect. *Ruderalia* Kirschner, H. Øllgard et Štěpánek – pampelišky / púpavy. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/taraxacum-ruderalia/> [cit. 2023-08-12].
129. Houska, J. 2023. *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. – mahónia cesmínolistá / mahónia cezmínolistá. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/mahonia-aquifolium/> [cit. 2023-07-15].
130. Chacoff, P., Garcia, D., Obeso, J. R. 2008. Effects of pollen quality and quantity on pollen limitation in *Crataegus monogyna* (Rosaceae) in NW Spain. In *Flora*, vol. 203, no. 6, pp. 499-507. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2007.08.005>
131. Chambó, E. D., Garcia, R. C., de Oliveira, N. T. E., Duarte-Júnior, J. B. 2011. Honey bee visitation to sunflower: effect on pollination and plant genotype. In *Scientia Agricola*, vol. 68, no. 6, pp. 647-651. Dostupné na: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000600007>
132. Chenregani, A., Monsenzadeh, A. F., Ghanad, M. 2011. Male and female gametophyte development in *Cichorium intybus*. In *International Journal of Agriculture and Biology*, vol. 13, pp. 603-606. Dostupné na: <http://surl.li/meeip>
133. Chlebo, R. 2022. *Výživa včelstiev v poľnohospodárskej krajine*. Dostupné na: <https://nasepole.sk/vyziva-vcelstiev-v-polnohospodarskej-krajine/>
134. Chmielewski, F.-M., Müller, A., Bruns, E. 2004. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000. In *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 121, no. 1-2, pp. 69-78. Dostupné na: [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(03\)00161-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(03)00161-8)

135. Christenhusz, M. J. M., Byng, J. W. 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase. In *Phytotaxa*, vol. 261, no. 3. Dostupné na: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
136. Chwil, M. 2015. Micromorphology of pollen grains of fruit trees of the genus *Prunus*. In *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, vol. 14, no. 4, pp. 115-129. Dostupné na: <https://czasopisma.up.lublin.pl/index.php/asphc/article/view/2604/1838>
137. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2021. Summary for Policymakers. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, New York, NY, USA, pp. 3-32. Dostupné na: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>.
138. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. *Climate change 2013: The physical science basis*. Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 1535 p. Online ISBN: 9781107415324. Dostupné na: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
139. Ivanov, E. S., Pribilova, E. P. 2006. *Ecological regulation of panmixia and nectar-pollen resources in entomophilous communities*: monograph. Ryazan: Ryaz. State University named after S. A. Yesenina, 72 p. ISBN 5-88006-445-X.
140. Jaconis, S. Y., Culley, T. M., Meier, A. M. 2017. Does particulate matter along roadsides interfere with plant reproduction? A comparison of effects of different road types on *Cichorium intybus* pollen deposition and germination. In *Environmental Pollution*, vol. 222, pp. 261-266. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.047>
141. Janaki Bai, A., Subba Reddi, C. 1980. Pollen productivity and pollen incidence in some potentially allergenic plants of Visakhapatnam. In *Advances in Pollen-spore Research*, vol. 5-7, pp. 217-224.
142. Janyerkye, T., Munkhbayarlakh, S., Narantsetseg, L. 2014. Pollen morphology and total protein of *Taraxacum officinale* and *Aster alpinus*. In *Value in Health*, vol. 17, no. 7, pp. A777. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jval.2014.08.352>
143. Jasičová, E. 1982. *Mahonia* Nutt. Mahónia. *Flora Slovenska* III (Futák J., Bertová L. eds.), Bratislava: VEDA. p. 279.
144. Javorčíková, D. 2007. *Cichorium s. 194 L. in Chromosome number survey of the ferns and flowering plants of Slovakia* (Marhold K., Mártonfi P., Mered'a P. jun. & Mráz P. eds), Bratislava: Veda. 649 s. ISBN 978-80-224-0980-3.
145. Jensen, A. M., Schamp, B. S., Belleau, A. 2019. Evidence of temporal niche separation via low flowering time overlap in an old-field plant community. In *Oecologia*, vol. 189, pp. 1071-1082. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s00442-019-04386-0>
-

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

146. Jones, G. D., Jones, S. D. 2001. The uses of pollen and its implication for Entomology. In *Neotropical Entomology*, vol. 30, no. 3, pp. 341-350. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/26374834>
147. Kallajxhiu, N., Kapidani, G., Naqellari, P., Pupulekum, B. 2014. Palynomorphological data of pollen grains of *Lamium garganicum*. In *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, vol. 8, no. 5, pp. 537-540.
148. Kamo, T., Nikkeshi, A., Inoue, H., Tamamoto, S., Sawamura, N., Nakamura, S., Kishi, S. 2022. Pollinators of oriental persimmon in Japan. In *Applied Entomology and Zoology*, vol. 57, pp. 237-248. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13355-022-00784-8>
149. Kanzaki, S. 2016. The origin and cultivar development of japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). In *Nippon Shokuhin Kagaku Kagaku Kaishi*, vol. 63, no. 7, pp. 328-330.
150. Karpavičiene, B., Radušienė, J. 2016. Morphological and anatomical characterization of *Solidago* × *niederederi* and other sympatric *Solidago* species. In *Weed Science*, vol. 64, no. 1, pp. 61-70. Dostupné na: <https://doi.org/10.1614/WS-D-15-00066.1>
151. Kerkvliet, J. D., Shrestha, M., Tuladhar, K., Manandhar, H. 1995. Microscopic detection of adulteration of honey with cane sugar and cane sugar products. In *Apidologie*, vol. 26, pp. 131-139.
152. Khalaf, M. H., Amer, W. A., Hassan, M. O. 2023. Palynomorphic characteristics of the heteroblastic inflorescence, *Lamium amplexicaule* L.: A case study. In *Egyptian Journal of Botany*, vol. 63, no. 2, pp. 377-388. Dostupné na: <https://doi.org/10.21608/ejbo.2022.167540.2162>
153. Kilian, R. 2016. Lacy Phacelia. *Phacelia tanacetifolia* Benth. Natural Resources Conservation Service. In *Plant Materials Technical Note*, no. MT-113. <https://www.nrcs.usda.gov/plantmaterials/mtpmctn12938.pdf>
154. King-Tang, Ch., Ping-Li, W. 1983. Study on the pollen morphology of the family *Berberidaceae*. In *Journal of University of Chinese Academy of Sciences*.
155. Kirk, W. D. J. 1994. Recording the colours of pollen loads. In *Bee World*, vol. 75, pp. 169-180.
156. Kirk, W. D. J. 2005. Phacelia. In *Bee World*, vol. 86, no. 1, pp. 14-16. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/0005772X.2005.11099643>
157. Kirk, W. D. J. 2006. *A colour guide to pollen loads of the honey bee* (2nd ed.), Cardiff: International Bee Research Association, 58 p. ISBN-10:0860982483.
158. Kirschner, J., Šída, O. 2004. *Helianthus* L. – slunečnice. In Slavík, B., Štěpánková, J., Štěpánek, J. (eds), *Květena České republiky 7*, Praha: Academia. pp. 322-331.
159. Kirschner, J., Zázvorka, J. 2021. *Crataegus* L. – hloh. In Kaplan Z. (ed.) *Klíč ke Květeně České republiky 7*. Praha: Academia, pp. 513-518. ISBN 978-80-200-2660-6.
160. Klč, V. 2023. *Crataegus monogyna* Jacq. Hloh jednosemenný. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/crataegus-monogyna/> [cit. 2023-07-06].

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

161. Klemmová Gregušková, E., Mičieta, K. 2013. Phytoindication of the Ekogenotoxic effect of vehicle emissions using pollen abortion test with native flora. In *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 22, no. 4, pp. 1069-1076. ISSN 1230-1485.
162. Kmet'ová, E. 1993. *Lamium purpureum* L. *Flora Slovenska* V/I (Bertová, L.; Goliašová, K.eds.), Bratislava: VEDA. p. 252-253. ISBN 80-224-0349-0.
163. Komžík, M. 2021. *Menej známe ovocné druhy*. 1. diel. Nitra: Marián Komžík, s. 28-33. ISBN 978-80-973868-0-1.
164. Konyar, S. T., Dane, F. 2012. Pollen morphology of exotic trees and shrubs of Edirne II. In *Journal of Applied Biological Sciences*, vol. 6, no. 2, pp. 13-18. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/288613285>
165. Konzmann, S., Koethe, S., Lunau, K. 2019. Pollen grain morphology is not exclusively responsible for pollen collectability in bumble bees. In *Scientific Reports*, vol. 9, no. 4705. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41262-6>
166. Koul, V., Singh, D. 1982. Cytoembryological Studies on Indian *Taraxacum* Weber I. Microsporangium, microsporogenesis and microgametogenesis. In *Cytologia*, vol. 47, pp. 125-135.
167. Krása, P. 2007. *Castanea sativa* Mill. – kaštanovník jedlý / gaštan jedlý. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/castanea-sativa/> [cit. 2007-07-05].
168. Kresánek, J. st., Kresánek, J. ml. 2008. *Atlas liečivých rastlín a lesných plodov*. Martin: Osveta, 424 s. ISBN 978-80-8063-292-2.
169. Kudo, G., Ida, T. Y. 2013. Early onset of spring increases the phenological mismatch between plants and pollinators. In *Ecology*, vol. 94, pp. 2311-2320. Dostupné na: <https://doi.org/10.1890/12-2003.1>
170. Larue, C., Austruy, E., Basset, G., Remy, J., Petit, J. 2021. Revisiting pollination mode in chestnut (*Castanea* spp.): an integrated approach. In *Botany Letters*, vol. 168, no. 3, pp. 348-372. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/23818107.2021.1872041>
171. Lau, P., Bryant, V., Ellis, J. D., Huang, Z. Y., Sullivan, J., Schmehl, D. R., Cabrera, A. R., Rangel J. 2019. Seasonal variation of pollen collected by honeybees (*Apis mellifera*) in developed areas across four regions in the United States. In *PLoS One*, vol. 14, no. 6, e0217294. Dostupné na: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217294>
172. Leghari, S. K., Saeed, S., Asrar, M., Ahmed, A., Tariq, I., Marri, A. A., Sadiq, N., Baloch, A., Latif, A., Shawani, N. A. 2018. Response of sweet cherry (*Prunus avium* L.) pollen grains to vehicular exhaust pollution at Quetta, Balochistan, Pakistan. In *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 16, no. 4, pp. 4387-4399. Dostupné na: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1604_43874399
173. Li, W., Wang, Y., Liu, L., Niu, Y., Zhao, S., Zhang, S., Wang, Y., Liao, K. 2021. Pollen morphology of selected apricot (*Prunus*) taxa. In *Palynology*, vol. 45, no. 1, pp. 95-102. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/01916122.2020.1737260>
174. López-Orozco, R., Hernández-Ceballos, M. Á., Galán, C., García-Mozo, H. 2020. Atmospheric pathways and distance range analysis of *Castanea* pollen transport in

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

- Southern Spain. In *Forests*, vol. 11, no. 10, pp. 1092. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/f11101092>
175. Lord, E. M. 1980. Intra-inflorescence variability in pollen / ovule ratios in the cleistogamous species *Lamium amplexicaule* (Labiatae). In *American Journal of Botany*, vol. 67, no. 4, pp. 529-533.
176. Loughan, D., Thomson, J. D., Ogilvie, J. E., Gilbert, B. 2014. *Taraxacum officinale* pollen depresses seed set of montane wildflowers through pollen allelopathy. In *Journal of Pollination Ecology*, vol. 13, no. 15, pp. 146-150. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/332284650>
177. Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwohl, G. 1978. Methods of melissopalynology. In *Bee World*, vol. 59, no. 4, pp. 139-157.
178. Lu, P. L., Yu, Q., Liu, J. D., Lee, X. H. 2006. Advance of tree-flowering dates in response to urban climate change. In *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 138, no. 1-4, pp. 120-131. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.04.002>
179. Macková, L., Vít, P., Urfus, T. 2018. Crop-to-wild hybridization in cherries – Empirical evidence from *Prunus fruticosa*. In *Evolutionary Applications*, vol. 11, no. 9, pp. 1748-1759. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/eva.12677>
180. Mahoro, S. 2002. Individual flowering schedule, fruit set, and flower and seed predation in *Vaccinium hirtum* Thunb. (Ericaceae). In *Canadian Journal of Botany*, vol. 80, no. 1, pp. 82-92. Dostupné na: <https://doi.org/10.1139/b01-136>
181. Mai, Y., Li, H., Suo, Y., Fu, J., Sun, P., Han, W., Diao, S., Li, F. 2019. High temperature treatment generates unreduced pollen in persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). In *Scientia Horticulturae*, vol. 258, no. 108774. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108774>
182. Makowicz, E., Jasicka-Misiak, I., Teper, D., Kafarski, P. 2019. Botanical Origin Authentication of Polish Phacelia Honey Using the Combination of Volatile Fraction Profiling by HS-SPME and Lipophilic Fraction Profiling by HPTLC. In *Chromatographia*, vol. 82, pp. 1541-1553. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10337-019-03778-x>
183. Manning, R. 2001. Fatty acids in pollen: a review of their importance for honey bees. In *Bee World*, vol. 82, pp. 60-75. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/0005772X.2001.11099504>
184. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Aronia melanocarpa*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
185. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Castanea sativa*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
186. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Cerasus avium*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
-

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

187. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Cichorium intybus*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
188. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Crataegus monogyna*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
189. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Diospyros kaki*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
190. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Helianthus annuus*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
191. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Lamium purpureum*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
192. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Mahonia aquifolium*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
193. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Phacelia tanacetifolia*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
194. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Solidago gigantea*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
195. Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticultural Crops. *Taraxacum officinale*. Dostupné na: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3#> [cit. 2023-08-20].
196. Marciniuk, J., Grabowska-Joachimiak, A., Marciniuk, P. 2010. Differentiation of the pollen size in five representatives of *Taraxacum* sec. *Palustria*. In *Biologia*, vol. 65, no. 6, pp. 954-957. Dostupné na: <https://doi.org/10.2478/s11756-010-0107-6>
197. Marhold, K., Hindák, F. 1998. *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Veda: Bratislava, 687 s.
198. Marhold, K., Wójcicki, J. J. 1992. *Cerasus avium* (L.) Moench. Čerešňa vtáčia. Flóra Slovenska IV/3 (in Bertová, L. ed.), Bratislava: VEDA, s. 510-513. ISBN 80-224-0077-7.
199. Martinez, M., Poirrier, P., Chamy, R., Prüfer, D., Schulze-Gronover, C., Jorquera, L., Ruiz, G. 2015. *Taraxacum officinale* and related species – An ethnopharmacological review and its potential as a commercial medicinal plant. In *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 169, pp. 244-62. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.03.067>

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

200. Mártonfiová, L. 2011. Comparison of breeding behaviour of *Traxacum* sect. *Ruderalia* and *Taraxacum* sect. *Erythrosperma* (Asteraceae). In *Thaiszia – Journal of Botany*, vol. 21, no. 2, pp. 177-184.
201. Maurizio, A., Graf, I. 1969. *Das Trachtpflanzenbuch*. Nektar und Pollen die wichtigsten Nahrungsquellen der Honigbiene, Ehrenwirth, Verlag, München. 288 p.
202. Mazura, M., Miroshnyk, N., Teslenko, I., Grabovska, T., Rozputnii, O., Mazur, T., Polischuk, Z., Olesho, O. 2020. Using of *Taraxacum officinale* (L.) pollens for the urban park bioindication. In *Ukrainian Journal of Ecology*, vol. 10, no. 5, pp. 49-53. Dostupné na: https://doi.org/10.15421/2020_205
203. Medvecká, M., Kliment, J., Májeková, J., Halada, L., Zaliberová, M., Gojdičová, E., Feráková, V., Jarolímek, I. 2012. Inventory of the alien flora of Slovakia. In *Preslia*, vol. 84, pp. 257-309. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/256106926>
204. Meier-Melikyan, N. R., Gabaraeva, N. I., Polevova, S. V., Grigorieva, V. V., Kosenko, Ya. V., Tekleva, M. V. 2003. Development of pollen grain walls and accumulation of sporopollenin. In *Russian Journal of Plant Physiology*, vol. 50, no. 3, pp. 330-338.
205. Mennema, J. 1989. A taxonomic revision of *Lamium*. The Netherlands, Leiden: E. J. Brill. 202 p. ISBN 90-04-09109-2.
206. Mert, C., Soyly, A. 2015. Morphology and anatomy of pollen grains from male-fertile and male-sterile cultivars of chestnut (*Castanea sativa* Mill). In *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, vol. 82, no. 3, pp. 474-480. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/14620316.2007.11512261>
207. Metz, J., Lampei, C., Bäuml, L., Bocherens, H., Dittberner, H., Henneberg, L., de Meaux, J., Tielbörger, K. 2020. Rapid adaptive evolution to drought in a subset of plant traits in a large-scale climate change experiment. In *Ecology Letters*, vol. 23, no. 11, pp. 1643-1653. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/ele.13596>
208. Migdałek, G., Kolczyk, J., Pliszko, A., Kościńska-Pajak, M., Słomka, A. 2014. Reduced pollen viability and achene development in *Solidago* × *niederederi* Khek from Poland. In *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, vol. 83, no. 3, pp. 251-255. Dostupné na: <https://doi.org/10.5586/asbp.2014.025>
209. Miłek, M., Grabek-Lejko, D., Stępień, K., Sidor, E., Molon, M., Dzugań, M. 2021. The enrichment of honey with *Aronia melanocarpa* fruits enhances its *in vitro* antioxidant potential and intensifies antibacterial and antiviral properties. In *Food&Function*, vol. 12, no. 19. Dostupné na: <https://doi.org/10.1039/D1FO2248B>
210. Mimet, A., Pellissier, V., Quenol, H., Aguejdad, R., Dubreuil, V., Roze, F. 2009. Urbanisation induces early flowering: evidence from *Platanus acerifolia* and *Prunus cerasus*. In *International Journal of Biometeorology*, vol. 53, pp. 287-298. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0214-7>
211. Möllerová, J. 2023. *Phacelia tanacetifolia* Benth. – svazanka vratičolistá / facélia vratičolistá. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/phacelia-tanacetifolia/> [cit. 2023-08-31].

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

212. Móricz, A., Krüzselyi, D., Ott, P. G., Garádi, Z., Béni, S., Morlock, G. E., Bakonyi, J. 2021. Bioactive clerodane diterpenes of giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) root extract. In *Journal of Chromatography A*, vol. 1635, no. 461727. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2020.461727>
213. Mosquin, T. 1971. Competition for pollinators as a stimulus for the evolution of flowering time. In *Oikos*, vol. 22, p. 398.
214. Motyleva, S., Mertvisheva, M. 2013. Sweet chestnut. *Castanea sativa* Mill. In *Pollen and Bee Pollen of Some Plant Species* (Brindza J. & Brovarkyi V. eds.), Kyiv, pp. 16-24. ISBN 978-80-552-1073-5.
215. Mundargi, R. C., Potroz, M. G., Park, S., Shirahama, H., Lee, J. H., Seo, J., Cho, N. J. 2016. Natural sunflower polle as a drug delivery vehicle. In *Small*, vol. 12, no. 9, pp. 1167-1173. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/sml.201500860>
216. Nair, P. K. K., Rastogi, K. 1963. Pollen production in some allergic plants. In *Current Science*, vol. 32, pp. 566-567.
217. Nakamura, S., Yamamoto, S., Sawamura, N., Nikkeshi, A., Kishi, S., Kamo, T. 2020. Pollination effectiveness of European honeybee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), in a Oriental persimmon, *Diospyros kaki* (Ericales: Ebenaceae), orchard. In *Applied Entomology and Zoology*, vol. 55, no. 4. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13355-020-00696-5>
218. Neil, K., Landrum, L., Wu, J. 2010. Effects of urbanization on flowering phenology in the metropolitan Phoenix region of USA: findings from herbarium records. In *Journal of Arid Environments*, vol. 74, no. 4, pp. 440-444. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.10.010>
219. Neil, K., Wu, J. 2006. Effects of urbanization on plant flowering phenology: a review. In *Urban Ecosystems*, vol. 9, no. 3, pp. 243-257. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/227001959>
220. Nevo, E., Fu, Y.-B., Pavlicek, T., Khalifa, S., Tavasi, M., Beiles, A. 2012. Evolution of wild cereals during 28 years of global warming in Israel. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, vol. 109, no. 9, pp. 3412-3415. Dostupné na: <https://doi.org/10.1073/pnas.1121411109>
221. Nicolson, S. W., Human, H. 2013. Chemical composition of the 'Low quality' pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). In *Apidologie*, vol. 44, no. 2, pp. 144-152. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0166-5>
222. Nikolić, D., Milatović, D. 2016. Pollen morphology of some sweet cherry cultivars observed by scanning electron microscopy. In *ISHS Acta Horticulturae, 1139: III Balkan Symposium on Fruit Growing*, August 25, 2016. Dostupné na: <https://doi.org/10.17660/actahortic.2016.1139.64>
223. Nikolić, D., Milatović, D., Radović, A., Trajković, J. 2020. Distinguishing Oblačinska sour cherry clones (*Prunus cerasus* L.) by pollen morphology. In *Genetika*, vol. 52, no. 1, pp. 187-198. Dostupné na: <https://doi.org/10.2298/GENSR2001187N>

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

224. Nowicke, J. W., Skvarla, J. J. 1981. *Pollen morphology and phylogenetic relationships of the Berberidaceae*. Smithsonian Contribution to Botany 50, City of Washington: Smithsonian Institution Press.
225. Oberschneider, W., Halbritter, H., Weber, M., Enache, M., Auer, W. 2020. *Mahonia aquifolium*. In *PalDat – A palynological database*. Dostupné na: https://www.paldat.org/pub/Mahonia_aquifolium/303901.jsessionid=8BA8B0C_CCC43CB7B257EC39B5CBE4E25 [cit. 2023-08-15].
226. Ochogavia, A., Bianchi, M. B., Picardi, L., Nestares, G. M. 2020. Evidence of accelerated pollen development after Imazapyr treatment in resistant sunflower. In *Bragantia*, vol. 79, no. 1, pp. 1-13. Dostupné na: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20190369>
227. Øllgard, H. 2003. New species of *Taraxacum*, sect. *Ruderalia*, found in Central and Northern Europe. In *Preslia*, vol. 75, pp. 137-164.
228. Ostrolucká, M. G. 2010. Biochemické zloženie peľu. In BROVARSKYJ, V. D., BRINDZA, J. *Včelí obnôžkový peľ*. 1. vyd. Kijev : FOP I. S. Maidachenko. pp. 131-134. 288 s. ISBN 978-966-8302-31-2.
229. Ostrolucká, M. G. 2010. Charakteristika kvetového peľu. In BROVARSKYJ, V. D., BRINDZA, J. *Včelí obnôžkový peľ*. 1. vyd. Kijev : FOP I. S. Maidachenko. 288 s. ISBN 978-966-8302-31-2.
230. Ostrolucká, M. G. 2010. Všeobecná charakteristika peľu. In BROVARSKYJ, V. D., BRINDZA, J. *Včelí obnôžkový peľ*. 1. vyd. Kijev : FOP I. S. Maidachenko. 288 s. ISBN 978-966-8302-31-2.
231. Ostrolucká, M. G., 1989. Differentiation of male reproductive organs and oak fertility in urban environment. In *Biologia* (Bratislava), vol. 44, no. 9, p. 793-799.
232. Ostrolucká, M. G., Križo, M. 1989. Biológia samčích reprodukčných orgánov druhov rodu *Quercus*. In *Acta Dendrobiologica*. Vyd. VEDA SAV. 135 s. ISBN 80-224-0113-1
233. Özaltan, Z., Koçyiğ, M. 2022. Pollen morphology of some taxa in the family *Lamiaceae* (*Labiatae*) from Turkey. In *Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 5, no. 1, pp. 11-20. Dostupné na: <http://surl.li/mllgc>
234. Özdemir, C., Baran, P. 2012. Morphological, anatomical and cytological investigation on alpine *Lamium cymballariifolium* endemic to Turkey. In *Australian Journal of Crop Science*, vol. 6, no. 3, pp. 532-540.
235. Pacini, E., Hesse, M. 2005. Pollenkitt – its composition, forms and functions. *Flora – Morphology, Distribution*. In *Functional Ecology of Plants*, vol. 200, no. 5, pp. 399-415. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2005.02.006>
236. Palazzesi, L., Pujana, R. R., Burrieza, H. P., Steinhardt, A. P. 2007. Pollen grain morphology of selected allergic species native to southern South America. In *Journal of the Torrey Botanical Society*, vol. 134, no. 4, pp. 527-533. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/232662764>

237. Panchen, Z. A., Primack, R. B., Anisko, T., Lyons, R. E. 2012. Herbarium specimens, photographs, and field observations show Philadelphia area plants are responding to climate change. In *American Journal of Botany*, vol. 99, no. 4, pp. 751-756. Dostupné na: <https://doi.org/10.3732/ajb.1100198>
238. Panseri, S., Manzo, A., Chiesa, L. M., Giorgi, A. 2013. Melissopalynological and volatile compounds analysis of buckwheat honey from different geographical origins and their role in botanical determination. In *Journal of Chemistry*, vol. 2013, Article ID 904202, 11 p. Dostupné na: <https://doi.org/10.1155/2013/904202>
239. Pauw, A. 2007. Collapse of a pollination web in small conservation areas. In *Ecology*, vol. 88, no. 7, pp. 1759-1769. Dostupné na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17645022/>
240. Pernal, S. F., Currie, R. W. 2000. Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). In *Apidologie*, vol. 31, no. 3, pp. 387-409. Dostupné na: <https://doi.org/10.1051/apido:2000130>
241. Perrot, T., Gaba, S., Roncoroni, M., Gautier, J.-L., Saintilan, A., Bretagnolle, V. 2019. Experimental quantification of insect pollination on sunflower yield, reconciling plant and field scale estimates. In *Basic and Applied Ecology*, vol. 34, pp. 75-84. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2018.09.005>
242. Persano Oddo, L., Piro, R. 2004. Main European unifloral honeys: descriptive sheets. In *Apidologie*, vol. 35, pp. S38-S81. Dostupné na: <https://doi.org/10.1051/apido:2004049>
243. Persson Hovmalm, H. A., Jeppson, N., Bartish, I. V., Nybom, H. 2005. RAPD analysis of diploid and tetraploid populations of *Aronia* points to different reproductive strategies within the genus. In *Hereditas*, vol. 141, no. 3, pp. 301-312. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.2004.01772.x>
244. Petanidou, T. 2003. Introducing plants for bee-keeping at any cost? – Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. In *Plant Systematics and Evolution*, vol. 238, pp. 155-168. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s00606-002-0278-x>
245. Piana, M. L., Persano Oddo, L., Bentabol, A., Bruneau, E., Bogdanov, St., Declerck, Ch. G. 2004. Sensory analysis applied to honey: state of the art. In *Apidologie*, vol. 35, pp. S26-S37. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1051/apido:2004048>
246. Platonova, E. Y., Shaposhnikov, M. V., Lee, H.-Y., Lee, J.-H., Min, K.-J., Moskalev, A. 2021. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extracts in terms of geroprotector criteria. In *Trends in Food Science & Technology*, vol. 114, pp. 570-584. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.020>
247. Pohl, F. 1937. Die Pollenerzeugung der Windblütler. Eine vergleichende Untersuchung mit Ausblicken auf die Bestäubung der tierblütigen Gewächse und die pollenanalytische Waldgeschichte. In *Untersuchung zur Morphologie und Biologie des Pollen VI*, Beihefte zum Botanischen Zentralblatt, no. 56A, pp. 365-470.
248. Popović, V., Vučković, S., Dolijanović, Ž., Mihailović, V., Ignjatov, M., Ljubičić, N., Aćimović, M. 2020. *Phacelia* honey productivity in relation to locality of cultivation.

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

In *Book of Proceedings: GEA (Geo Eco-Eco Agro) International Conference*, May 28-29, 2020, Montenegro, p. 79-95.

249. Prasifka, J., Feruson, B., Fugate, K. K. 2023. Genotype and environment effects on sunflower nectar and their relationship to crop pollination. In *Journal of Pollination Ecology*, vol. 33, no. 4, pp. 54-63. Dostupné na: [https://doi.org/10.26789/1920-7603\(2023\)719](https://doi.org/10.26789/1920-7603(2023)719)
250. Primack, D., Imbres, C., Primack, R. B., Miller-Rushing, A. J., del Tredici, P. 2004. Herbarium specimens demonstrate earlier flowering times in response to warming in Boston. In *American Journal of Botany*, vol. 91, no. 8, pp. 1260-1264. Dostupné na: <https://doi.org/10.3732/ajb.91.8.1260>
251. Pritsch, G. 2016. *Pastva pro včely*. Víkend. 168 s. ISBN 978-80-7433-112-1.
252. Prokop, P., Molnárová, D., Fančovičová, J., Medina-Jerez, W. 2021. Seasonal variability in flower lifespan in common chicory (*Cichorium intybus* L.). In *Flora*, vol. 284, no. 151935. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2021.151935>
253. Qian, H., Zhang, J., Zhao, J. 2022. How many known vascular plant species are there in the world? An integration of multiple global plant databases. In *Biodiversity Science*, vol. 30, no. 7, p. 22254. Dostupné na: <https://doi.org/10.17520/biods.2022254>
254. Radice, S., Arena, M. 2016. Characterization and evaluation of *Berberis microphylla* G. Forst pollen grains. In *Advances in Horticultural Science*, vol. 30, no. 1, pp. 31-37. Dostupné na: <https://doi.org/10.13128/ahs-18699>
255. Radičević, S., Nikolić, D., Cerović, R., Đorđević, M. 2013. *In vitro* pollen germination and pollen grain morphology in some sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. In *Romanian Biotechnological Letters*, vol. 18, no. 3, pp. 8341-8349. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/296839450>
256. Razzaq, H., Kanwal, S., Tahir, M. H. N., Sadia, B. 2015. Effect of spring and autumn seasons on the variability among sunflower (*Helianthus annuus* L.) accessions for pollen viability, germination and morphology. In *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 6, no. 1. Dostupné na: <http://surl.li/mqcsm>
257. Ražná, K., Ďurišová, L., Kučka, M., Harenčár, L., Ivanišová, E., Habán, M., Hrubík, P. 2022. A rare cultivar horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L. 'Baumani') in Slovakia: morphological, molecular and antioxidant analysis. In *Thaiszia – Journal of Botany*, vol. 33, no. 1, pp. 29-44. Dostupné na: <https://doi.org/10.33542/TJB2023-1-02>
258. Reille, M. 1998. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*, Supplément 2. Marseille: Éditions du Laboratoire de botanique historique et palynologie, 530 p.
259. Ricciardelli D'Albore, G. 1998. *Mediterranean Melissopalynology*. Università degli Studi di Perugia, 466 p.
260. Rice, A., Glick, L., Abadi, S., Moshe, E., Kopelman, N. M., Salman-Minkov, A., Mayzel, J., Chay, O., Mayrose, I. 2015. The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers. In *New Phytologist*, vol. 206,

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

- no. 1, pp. 19-26. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/nph.13191> [cit. 2023-07-01].
261. Ricker, J. G., Lubell, J. D., Brand, M. H. 2019. Comparing insect pollinators visitation for six native shrubs species and their cultivars. In *HortScience*, vol. 54, no. 11, pp. 2086-2090. Dostupné na: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14375-19>
262. Richards, A. J. 1970. Eutriploid facultative agamospermy in *Taraxacum*. In *New Phytologist*, vol. 69, pp. 761-774.
263. Rousaville, T. J., Ranney, T. G. 2010. Ploidy levels and genome size of *Berberis* L. and *Mahonia* Nutt. species, hybrids, and cultivars. In *HortScience*, vol. 45, no. 7, pp. 1029-1033. Dostupné na: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.7.1029>
264. Rudnyanskaya, E. I. 1982. Pollen plants of the legume family. In *Beekeeping: magazine*, no. 9, pp. 16-17.
265. Rudnyanskaya, E. I. 1985. Pollen productivity of some plants. In *Beekeeping: journal*, no. 2. p. 16.
266. Rudnyanskaya, E. I. 1987. Pollen productivity of floodplain forests of the Volgograd region. In *Plant Resources*, vol. 23, no. 4, pp. 616-621. Rus. SU. ISSN 0033-9946.
267. Russmann, H. 1998. Hefen und Glycerin in Blütenhonigen – Nachweis einer Gärung oder einer abgestoppten Gärung. In *Lebensmittelchemie*, vol. 52, pp. 116-117.
268. Sabo, M., Potocnjak, M., Banjari, I., Petrovic, D. 2011. Pollen analysis of honeys from Varaždin country, Croatia. In *Turkish Journal of Botany*, vol. 35, no. 5, pp. 581-587. Dostupné na: <https://doi.org/10.3906/bot-1009-86>
269. Safonov, A., Glukhov, A. 2021. Ecological phytomonitoring in Donbass using geoinformational analysis. In *BIO Web of Conferences*, vol. 31, no. 00020. Dostupné na: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213100020>
270. Sahney, M., Rahi, S., Kumar, A., Jaiswal, R. 2018. Melissopalynological studies on winter honeys from Allahabad Uttar Pradesh, India. In *Palynology*, vol. 42, no. 4, pp. 540-552. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/01916122.2017.1418445>
271. Salehi, B., Armstrong, L., Rescigno, A., Yeskaliyeva, B., Seitimova, G., Beyatli, A., Sharmeen, J., Mahomoodally, M. F., Sharopov, F., Sharopov, F., Durazzo, A., Lucarini, M., Santini, A., Abenavoli, L., Capasso, R., Sharifi-Rad, J. 2019. *Lamium* Plants – A comprehensive review on health benefits and biological activities. In *Molecules*, vol. 24, no. 10, p. 1913. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/molecules24101913>
272. Sato, Y., Takakura, K.-I., Nishida, S., Nishida, T. 2013. Dominant occurrence of cleistogamous flowers of *Lamium amplexicaule* in relation to the nearby presence of an alien congener *L. purpureum* (Lamiaceae). In *International Scholarly Research Notices*, vol. 2013, no. ID476862, 6 p. Dostupné na: <https://doi.org/10.1155/2013/476862>
273. Seiler, G. J. 1997. Anatomy and Morphology of Sunflower. (ed. Schneiter A. A.). In *Sunflower Technology and Production*, vol. 35, no. 3. Dostupné na: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr35.c3>
-

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

274. Sekhar, P. 2000. Melissopalynological studies for *Apis cerana indica* Fab. in Bangalore region. In *M. Sc. Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India*, pp. 19-22.
275. Severova, E., Kopylov-Guskov, Y., Selezneva, Y., Karaseva, V., Yadav, S.R., Sokoloff, D. 2022. Pollen production of selected grass species in Russia and India at the levels of anther, flower and inflorescence. In *Plants*, vop. 11, no. 3, p. 285. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/plants11030285>
276. Sezer, O., Erkana, P. 2021. Comparative pollen morphology of two *Mahonia* taxa growing on Meşelik campus in Eskişehir. In *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, vol. 14, no. 3, pp. 224-231.
277. Shahbandeh. 2023. Dostupné na: <https://www.statista.com/statistics/613490/sunflowerseed-oil-production-volume-worldwide/> [cit. 2023-08-31].
278. Schlaepfer, D. R., Edwards, P. J., Semple, J. C., Billeter, R. 2008. Cytogeography of *Solidago gigantea* (Asteraceae) and its invasive ploidy level. In *Journal of Biogeography*, vol. 35, no. 11, pp. 2119-2127. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.01937.x>
279. Schwartz, M. D., Ahas, R., Aasa, A. 2006. Onset of spring starting earlier across the Northern Hemisphere. In *Global Change Biology*, vol. 12, no. 2, pp. 343-351. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01097.x>
280. Siljak-Yakovlev, S., Pustahija, F., Šolić, E. M., Bogunić, F., Muratović, E., Bašić, N., Catrice, O., Brown, S. C. 2010. Towards a genome size and chromosome number database of Balkan flora: C-values in 343 taxa with novel values for 242. In *Advanced Science Letters*, vol. 3, pp. 190-213. Dostupné na: <https://doi.org/10.1166/asl.2010.1115>
281. Silva, D. M., Zambon, C. R., Techio, V. H., Pio, R. 2020. Floral characterization and pollen germination protocol for *Castanea crenata* Siebold & Zucc. In *South African Journal of Botany*, vol. 130, pp. 389-395. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.01.027>
282. Sipos, L., Végh, R., Bodor, Z., Zaukuu, J. L. Z., Hitka, G., Bázár, G., Kovacs, Z. 2020. Classification of bee pollen and prediction of sensory and colorimetric attributes - a sensometric fusion approach by e-Nose, e-Tongue and NIR. In *Sensors*, vol. 20, p. 6768. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/s20236768>
283. Skokanová, K. 2022. *Solidago gigantea* Aiton. Zlatobyľ' obrovská. *Flora Slovenska VI/2* (Goliašová, K., Hodálová, I., Mered'a, P. jun. eds.), Bratislava: VEDA.
284. Skokanová, K., Šingliarová, B., Španiel, S., Mered'a, Jr. P., Mártonfiová, L., Zozomová-Lihová, J. 2022. Relative DNA content differences reliably identify *Solidago × niedereideri*, a hybrid between native and invasive alien species. In *Preslia*, vol. 94, pp. 183-213. Dostupné na: <https://www.preslia.cz/article/pdf?id=11535>
285. Skorić, D. 2009. Possible uses of sunflower in proper human nutrition. In *Medicinski Pregled*, vol. 62, no. 3, pp. 105-10.

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

286. Smart, I. J., Tuddenham, W. G., Knox, R. B. 1979. Aerobiology of grass pollen in the city atmosphere of Melbourne: effects of weather parameters and pollen sources. In *Australian Journal of Botany*, vol. 27, pp. 33-342.
287. Sommeijer, M. J., de Rooy, G. A., Punt, W., de Bruijn, L. L. M. 1983. A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hymenoptera, Meliponinae) and honeybees (Hymenoptera, Apinae) in Trinidad, West-Indies. In *Apidologie*, vol. 14, no. 3, pp. 205-224. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1051/apido:19830306>
288. Song, X. Y., Yao, Y. F., Yang, W. D. 2012. Pollen analysis of natural honeys from the central region of Shanxi, North China. In *PLoS One*, vol. 7, no. 11, e49545. Dostupné na: <http://surl.li/mjxdk>
289. Spinoni, J., Vogt, J. V., Naumann, G., Barbosa, P., Dosio, A. 2018. Will drought events become more frequent and severe in Europe? In *International Journal of Climatology*, vol. 38, no. 4, pp. 1718-1736. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/joc.5291>
290. Sprague, R., Boyer, S., Stevenson, G. M., Wratten, S. 2016. Assessing pollinators' use of floral resource subsidies in agri-environment schemes: An illustration using *Phacelia tanacetifolia* and honeybees. In *PeerJ*, vol. 4, no. e2677. Dostupné na: <https://doi.org/10.7717/peerj.2677>
291. Stanciu, O. G., Dezmirean, D. S., Campos, M. G. 2016. Bee Pollen in Transylvania (Romania): Palynological characterization and ORACfl values of lipophilic and hydrophilic extracts of monofloral pollen pellets. In *Journal of Agricultural Science and Technology*, vol. A, no. 6, pp. 18-37. Dostupné na: <https://doi.org/10.17265/2161-6256/2016.01.003>
292. Stanley, R. G., Linskens, H. F. 1974. *Pollen: biology biochemistry management*. Springer-Verlag, New York.
293. Stephen, A. 2014. Pollen – A microscopic wonder of plant kingdom. In *International Journal of Advanced Research In Biological Sciences*, vol. 1, no. 9, pp. 45-62. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/281967060>
294. Subba Reddi, C., Reddi, N. S., 1986. Pollen production in some anemophilous angiosperms. In *Grana*, vol. 25, no. 1, pp. 55-61. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/00173138609429933>
295. Sugiura, A., Ohkuma, T., Choi, Y. A., Tao, R., Tamura, M. 2000. Production of nonaploid ($2n=9x$) japanese persimmons (*Diospyros kaki*) by pollination with unreduced ($2n=6x$) pollen and embryo rescue culture. In *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 125, no. 5, pp. 609-614. Dostupné na: <https://doi.org/10.21273/JASHS.125.5.609>
296. Sulborska, A., Dmitruk, M., Konarska, A., Weryszko-Chmielewska, E. 2014. Adaptations of *Lamium album* L. flowers to pollination by Apoidea. In *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, vol. 13, no. 6, pp. 31-43. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/273632902>
-

Morfologická charakteristika peľových zŕn niektorých medonosných druhov rastlín

297. Szabo, T. I., Najda, H. G. 1985. Flowering, nectar secretion and pollen production of some legumes in the Peace River region of Alberta, Canada. In *Journal Apicultural Research*, no. 24, pp. 102-106.
298. Ščevková, J., Micieta, K. 2016. *Všobecná a aplikovaná palynológia*. Univerzita Komenského v Bratislave. ISBN 978-80-223-4193-6.
299. Šmarda, P., Knápek, O., Březinová, A., Horová, L., Grulich, V., Danihelka, J., Veselý, P., Šmerda, J., Rotreklová, O., Bureš, P. 2019. Genome sizes and genomic guanine+cytosine (GC) contents of the Czech vascular flora with new estimates for 1700 species. In *Preslia*, 91, p. 117-142.
300. Švamberg, V. 2014. *Včelí pastva*. Rostliny známé i neznámé. MÁJA spolek pro rozvoj včelárství. 606 s. ISBN 978-80-88045-00-7.
301. Talent, N., Dickinson, T. A. 2005. Polyploidy in *Crataegus* and *Mespilus* (*Rosaceae*, *Maloideae*): evolutionary inferences from flow cytometry of nuclear DNA amounts. In *Canadian Journal of Botany*, vol. 83, no. 10, pp. 1268-1304. Dostupné na: <https://doi.org/10.1139/b05-088>
302. Tang, J., Körner, C., Muraoka, H., Piao, S., Shen, M., Thackeray, S. J., Yang, X. 2016. Emerging opportunities and challenges in phenology: a review. In *Ecosphere*, vol. 7, no. 8, e01436. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/ecs2.1436>
303. Thomson, J. D. 2010. Flowering phenology, fruiting success and progressive deterioration of pollination in an early-flowering geophyte. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 365, pp. 3187-3199. Dostupné na: <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0115>
304. Trávníček, B., Kirschner, J., Štěpánek, J. 2008. Five new species of *Taraxacum* sect. *Ruderalia* from Central Europe and Denmark. In *Preslia*, vol. 80, no. 1, pp. 27-59. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/286980715>
305. Tulu, D., Aleme, M., Mengistu, G., Bogale, A., Bezabeh, A., Mendesil, E. 2020. Improved beekeeping technology in Southwestern Ethiopia: focus on beekeepers' perception, adoption rate, and adoption determinants. In *Cogent Food & Agriculture*, vol. 6, no. 1, pp. 1-14. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1814070>
306. Urban, M. C. 2015. Climate change. Accelerating extinction risk from climate change. In *Science*, vol. 348, pp. 571-573. Dostupné na: <https://doi.org/10.1126/science.aaa4984>
307. Vaissière, B. E., Vinson, S. B. 1994. Pollen morphology and its effect on pollen collection by honey bees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), with special reference to upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. (*Malvaceae*). In *Grana*, vol. 33, pp. 128-138. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/00173139409409428989>
308. Valíček, P. 2002. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Praha: Academia. 2. vyd. 486 s. ISBN 80-200-0939-6.
309. Varotto, S., Parrini, P., Mariani, P. 1996. Pollen ontogeny in *Cichorium intybus* L. In *Grana*, vol. 35, pp. 154-161. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/00173139609429076>
-

310. Vašková, D., Kolarčík, V. 2019. Breeding System in Diploid and Polyploid Hawthorns (*Crataegus*): Evidence from Experimental Pollinations of *C. monogyna*, *C. subsphaerica*, and Natural Hybrids. In *Forests*, vol. 10, no. 12, p. 1059. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/f10121059>
311. Végh, R., Sipiczki, G., Csóka, M. 2023. Investigation the antioxidant and color properties of bee pollens of various plant sources. In *Chemistry & Biodiversity*, vol. 20, no. 7, e202300126. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202300126>
312. Vergun, O., Grygorieva, O., Lidiková, J., Hauptvogel, P., Brindza, J. 2023. Nutritional composition of *Phacelia tanacetifolia* Benth. Bee pollen and inflorescence. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, vol. 7, no. 1, pp. 95-104. Dostupné na: <https://doi.org/10.15414/ainhlq.2023.0011>
313. Vidal, M. das G., de Jong, D., Wien, H. C., Morse, R. A. 2006. Nectar and pollen production in pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). In *Brazilian Journal of Botany*, vol. 29, no. 2. Dostupné na: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000200008>
314. Vinogradova, Y., Kuklina, A. 2016. Flowering calendar and morphometric features of pollen for some invasive species in the Middle Russia. In *Hortus Botanicus*, vol. 11, no. 11, pp. 72-84. Dostupné na: <https://doi.org/10.15393/j4.journal>
315. Vinogradova, Y., Shelepova, O. 2017. Prospects for using two alien *Solidago* L. species, invaded the natural communities of the Hron river (Slovakia). In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, no. 1, pp. 498-503. Dostupné na: <https://agrobiodiversity.uniag.sk/scientificpapers/article/view/128>
316. Vlertel, P., Köning, M. 2022. Pattern recognition methodologies for pollen grain image classification: a survey. In *Machine Vision and Applications*, vol. 33, no. 18. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s00138-021-01271-w>
317. Von Der Ohe, W., Persano Oddo, L., Piana, M. L., Morlot, M., Martin, P. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. In *Apidologie*, vol. 35, pp. S18-S25. Dostupné na: <https://doi.org/10.1051/apido:2004050>
318. Wallnöfer, B. 2001. The biology and systematics of *Ebenaceae*: A review. In *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, vol. 103, no. B, pp. 485-512.
319. Wang, Y., Huang, S., Wang, S. 2022. What structural traits ensuring *Solidago canadensis* to invade heterogenous habitats successfully? In *Pakistan Journal of Botany*, vol. 54, no. 1, pp. 345-353. Dostupné na: [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-1\(32\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-1(32))
320. Weryszko-Chmielewska, E., Chwil, M. 2006. The morphology of pollen presenter and polymorphism of pollen grains *Taraxacum officinale* F. H. Wigg. In *Acta Agrobotanica*, vol. 59, no. 2, pp. 109-120. Dostupné na: <https://doi.org/10.5586/aa.2006.066>
321. Williams, I. H., Christian, D. G. 1991. Observations on *Phacelia tanacetifolia* Bentham (*Hydrophyllaceae*) as a food plant for honey bees and bumble bees. In *Journal of Apicultural Research*, vol. 30, no. 1, pp. 3-12. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/00218839.1991.11101227>

322. Wrońska-Pilarek, D., Bocianowski, J., Jagodziński, A. M. 2013. Comparison of pollen grain morphological features of selected species of the genus *Crataegus* (*Rosaceae*) and their spontaneous hybrids. In *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 172, no. 4, pp. 555-571. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/boj.12033>
323. Xu, L., Zhang, Q., Luo, Z. 2013. Pollen-related characteristics of *Diospyros* Linn. (*Ebenaceae*) androecious germplasms newly found in China. In *Acta Horticulturae*, vol. 996, pp. 199-206. Dostupné na: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.996.27>
324. Yildirim, E. A., Kiliç, N. K., Özkan, N. G. 2021. Pollen analysis of honeys Yiğilca region (Düzce), Turkey. In *Eurasian Journal of Forest Science*, vol. 19, no. 3, pp. 259-271. Dostupné na: <https://doi.org/10.3195/ejefs.1001338>
325. Záhradníková, K. 1993. *Phacelia* Juss. Facélia. *Flora Slovenska* V/1 (Bertová, L.; Goliašová, K. eds.), Bratislava: VEDA. p. 15-16. ISBN 80-224-0349-0.
326. Zekarias, B., Adissu, J., Asrat, T., Fitsum T. 2016. Assessment of honey production constraints and opportunities in selected areas of Southern nations and nationalities regional state, Ethiopia. In *Journal of Marine Science: Research & Development*, vol. 6, no. 4, pp. 1-8. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.4172/2155-9910.1000205>
327. Zhang, M.-Y., Lu, L., Li, D.-Z., Wang, H. 2012. Evolution of pollen in the family *Berberidaceae*. In *Plant Diversity and Resources*, vol. 34, no. 1, pp. 1-12. Dostupné na: <https://doi.org/10.3724/SP.J.1143.2012.11105>
328. Zhang, Y.-F., Hu, Ch.-Q., Yang, Y., Zhu, R.-S., Guo, J., Wang, R.-Z. 2016. Pollen morphology observation of eight resources in *Diospyros*. In *Acta Horticulturae Sinica*, vol. 43, no. 6, pp. 1167-1174. Dostupné na: <https://doi.org/10.16420/j.issn.0513-353x.2015-0741>
329. Ziska, L. H., Pettis, S., Edwards, J., Hancock, E., Tomecek, M. B., Clark, A., Dukes, J. S., Loladze, I., Polley, H. W. 2016. Rising atmospheric CO₂ concentration of a floral pollen source essential for North American bees. American bees. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 283, no. 1828. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.0414>

7. INDEX

Problematika	strana	Problematika	strana
Klimatické zmeny	6, 7, 8	Dĺžka polárnej osi peľových zŕn	4
Kvitnutie rastlín	6, 8	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	7
Peľový obal	2,5	<i>Castanea sativa</i> Mill.	11
Produkcia nektáru	8-15	<i>Cichorium intybus</i> L.	15
<i>Castanea sativa</i> Mill.	11	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	19
<i>Cichorium intybus</i> L.	14, 15	<i>Diospyros kaki</i> L.	23
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	19	<i>Helianthus annuus</i> L.	28
<i>Diospyros kaki</i> L.	22	<i>Lamium purpureum</i> L.	32
<i>Helianthus annuus</i> L.	28	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	38
<i>Lamium purpureum</i> L.	31	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	42
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	37	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	46
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	42, 42	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	51
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	45	<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	55
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	51	Dĺžka ekvatoriálnej osi peľových zŕn	4
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	54	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	7
Produkcia peľových zŕn z hektára	8, 14	<i>Castanea sativa</i> Mill.	11
Produkcia peľových zŕn z kvetu	12, 13	<i>Cichorium intybus</i> L.	15
Produkcia peľových zŕn z rastliny	13-16	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	19
Produkcia peľových zŕn z tyčinky	13-16	<i>Diospyros kaki</i> L.	23
Urbanizácia a kvitnutie	8	<i>Helianthus annuus</i> L.	28
Botanický pôvod peľu	vii, 3	<i>Lamium purpureum</i> L.	32
Geografický pôvod peľu	vii	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	38
Počet rastlinných druhov	3, 4	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	42
Transmisný elektrónový mikroskop	16	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	46
Skenovací elektrónový mikroskop	16	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	51
Ploidia		<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	55
<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	6	Tvarový index peľových zŕn	4
<i>Castanea sativa</i> Mill.	10	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	7
<i>Cichorium intybus</i> L.	14	<i>Castanea sativa</i> Mill.	11
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	18	<i>Cichorium intybus</i> L.	15
<i>Diospyros kaki</i> L.	22	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	19
<i>Helianthus annuus</i> L.	27	<i>Diospyros kaki</i> L.	23
<i>Lamium purpureum</i> L.	31	<i>Helianthus annuus</i> L.	28
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	37	<i>Lamium purpureum</i> L.	32
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	41	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	38
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	45	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	42
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	50	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	46
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	54	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	51
		<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	55

Názov monografie: Morfológická charakteristika peľových zŕn
niektorých medonosných druhov rastlín

Autori: Ján Brindza, Ľuba Ďurišová, Radovan Ostrovský

Recenzenti: Mária Gabriela Ostrolucká, Robert Chlebo

Autori fotografií: Radovan Ostrovský, Svetlana Motyleva

Odborná spolupráca: Vladimíra Horčinová Sedláčková, Svetlana Motyleva

Grafická úprava: Radovan Ostrovský

Návrh obálky: Apel s.r.o., Nitra

Vydanie: prvé

Forma vydania: online

Rok vydania: 2023

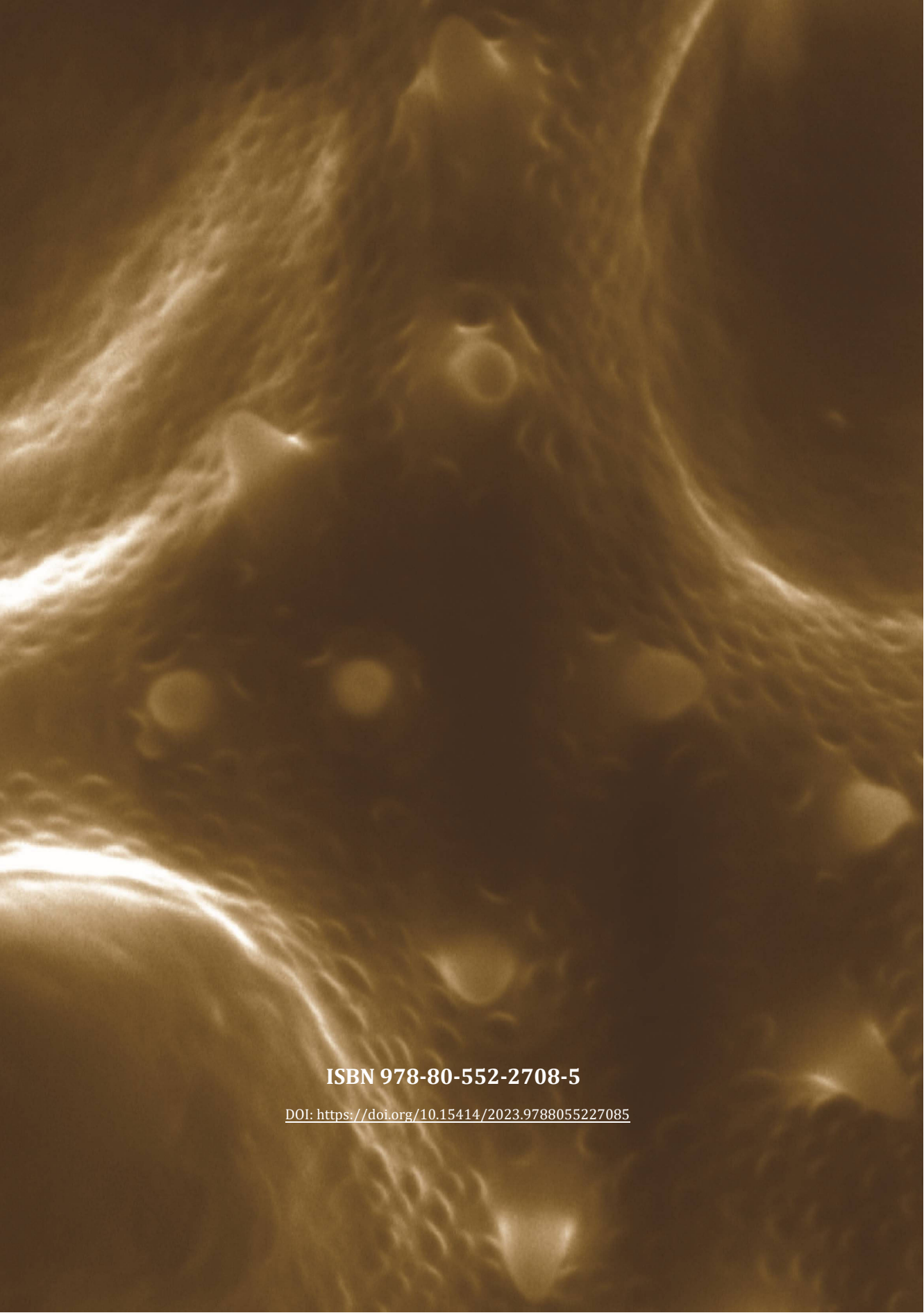
AH – VH: 10,77 – 10,99

Edícia: AgroBioNet

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

ISBN 978-80-552-2708-5

DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055227085>



ISBN 978-80-552-2708-5

DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055227085>