

**HODNOTENIE KVANTITATÍVNYCH A KVALITATÍVNYCH ZNAKOV
VČELIEHO PEĽU A ICH KLASIFIKÁCIA PODĽA NAVRHNUTÝCH
DESKRIPTOROV**

**EVALUATION OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE TRAITS OF BEE
POLLEN AND THEIR CLASSIFICATION ACCORDING TO PROPOSED LIST OF
DESCRIPTORS**

Janka Nôžková, Ján Brindza, Radovan Ostrovský, Beáta Stehlíková, Katarína Fatrcová-Šramková

ABSTRACT

Identification of geographical and botanical origin is one of the qualitative criteria of bee pollen as a new nutritive food supplement. The aim of the work was to propose the evaluation systems – descriptors for characterization of size, weight, shape, colour and chemical composition of pollen pellet. For each trait we propose a descriptor which consists of classification states, with the maximum possible states being 9 and the minimum 2. We propose the descriptors for following quantitative traits – pellet weight (mg), pellet area (mm²), feret minimum (mm), feret maximum (mm), pellet height (mm), pellet width (mm), shape index (width/height), symmetry (feret min/feret max). Also, we proposed evaluation systems for substance contents in dry matter viz., total proteins (%), total lipids (%), total saccharides (%) and ash (%). Among qualitative characters we proposed pellet compactness, surface structure, shape, shape of heart shaped pellets, depth of recess on heart shaped pellets, colour homogeneity, and colour hue. A total of 114 pellet samples of different geographical and botanical origin were proposed. Using tools of image analyses (software AxioVision) data for quantitative traits were obtained. Individual descriptor ranges for quantitative traits were determined by function of fuzzy sets. In the case of qualitative traits the pellets were evaluated visually.

Key words: bee pollen, pollen pellet, classification, descriptor

ÚVOD

Včelí alebo obnôžkový peľ predstavuje základné krmivo pre včelstvá, je pre ne zdrojom bielkovín (Tüylü, Sorkun 2004). Kvôli bohatému nutričnému zloženiu a antioxidačným vlastnostiam sa v súčasnosti začal včelí peľ v širokej miere využívať aj ako potravinový doplnok (Märghitaş et al. 2009; Silva et al. 2006; Bastos et al. 2004; Orzaez Villanueva et al. 2002; Schmidt 1996). Kvalita nutričného zloženia včelieho peľu vo veľkej miere závisí od druhového zloženia peľových zŕn (Stanley R.G., Linskens H.F. 1974; Modro et al. 2009).

Včelie robotnice (*Apis mellifera* L.) zbierajú peľ z kvetov, formujú z neho obnôžky a ukladajú ich na posledný pár nôh do tzv. košíčkov. Obnôžky sú tvorené z peľových zŕn vyšších rastlín, ktoré včela zlepuje pomocou výlučkov svojich žliaz a pridávaním nektáru. Formovanie obnôžky sa uskutočňuje počas letu včely. Peľová obnôžka je spravidla formovaná z peľových zŕn z rastlinných druhov, ktoré sa nachádzajú v okolí úľa. Názory autorov sú rôzne na zloženie včelích obnôžok. Jedny tvrdia, že včely formujú obnôžky z peľových zŕn jedného rastlinného druhu, tzv. monoflorálny peľ (Carrión et al. 2003). Druhá strana sa prikláňa k názoru, že obnôžky sú formované peľovými zrnami z rôznych rastlinných druhov, tzv. multiflorálny peľ (Stanley R.G., Linskens H.F. 1974; Modro et al. 2009; Barth et al. 2009).

Jedným z kvalitatívnych parametrov obnôžkového peľu je testovanie pôvodu (botanická charakteristika a geografický pôvod) (Bogdanov 2004). V závislosti od druhového zloženia peľových zŕn v obnôžke je závislá celá rada morfometrických parametrov, ako je hmotnosť, farebný odtieň, homogénnosť farieb, štruktúra, kompaktnosť, tvar a iné. V literatúre sa vyskytujú práce, ktoré sa zaoberajú hodnotením len niektorých z uvedených parametrov. Sú

to napríklad hodnotenie hmotnosti (Stanley R.G., Linskens H.F. 1974; Barth et al. 2009) a farby obnôžky (Reiter, Camden 1947; Modro et al. 2009). Skupina autorov (Carrión et al. 2003; Carrión et al. 2004) sa zaoberala hodnotením textúry povrchu obnôžok. Prítomnosť špecifickej kombinácie rôznych typov peľu umožňuje charakterizáciu peľu z rôznych oblastí. V minulosti a súčasnosti sa na determináciu rastlinného pôvodu využívali metódy optickej mikroskopie a následne sa spočítali peľové zrná rastlinných druhov nachádzajúcich sa v obnôžke. Tento spôsob je zložitý, zdĺhavý a vyžaduje prítomnosť experta pre identifikáciu rastlinného pôvodu peľových zrn (Sawyer 1981; Bastos et al. 2004; De Novais et al. 2009). Vo svete však zatiaľ nie je prijatý žiadny unifikovaný systém hodnotenia včelích obnôžok. V našej práci uvádzame systémy hodnotenia (deskriptory), ktoré predstavujú unifikované systémy pre hodnotenie a klasifikáciu variability vo vybraných kvantitatívnych a kvalitatívnych znakoch. Deskriptory sú v širokej miere využívané v oblasti genetických zdrojov rastlín, a to na hodnotenie a klasifikáciu variability na úrovni morfológických, fenologických, biologických a hospodárskych znakov a vlastností (Bioversity International 2007; UPOV 2002). Výhodnou ich využívanie je zavedenie unifikovaného a medzinárodne využívaného systému hodnotenia obrovských kolekcii genetických zdrojov.

MATERIÁL A METODIKA

Pre experimentálne práce bolo k dispozícii 114 vzoriek včelieho peľu, rôzneho rastlinného a geografického pôvodu. Vzorky boli uskladnené v mraziacom boxe pri teplote -18°C.

Včelie obnôžky sa v prípade kvalitatívnych znakov hodnotili vizuálne. K dispozícii bolo cca 2000 detailných obrazových záznamov včelích obnôžok z celého súboru 114 vzoriek. Obrazové záznamy sa získali pomocou plnofunkčnej automatickej makrolupy Zeiss Discovery V12 s digitálnou kamerou AxioCam 3.1.

Údaje z hodnotenia včelích obnôžok v kvantitatívnych znakoch boli získané pomocou nástrojov obrazovej analýzy. K dispozícii bolo softvérové vybavenie AxioVision 4.7.1 (modul Automatic Measurement) s modulom automatického merania vybraných objektov (včelích obnôžok) na detailných obrazových záznamoch.

Variabilita vo vybraných kvantitatívnych a kvalitatívnych znakoch sa zistila z hodnotenia experimentálneho súboru 114 vzoriek, ako aj na základe poznatkov z literárnych zdrojov (Bogdanov 2004; Human, Nicolson 2006; Almeida-Muradian et al. 2005; Szczesna 2006; Stanley R.G., Linskens H.F. 1974). Vo väčšine prípadov údaje pre stanovenie obsahu základných obsahových látok sa získali štúdiom a porovnaním výsledkov prác rôznych autorov.

Vývoj a tvorba deskriptorov pre vybrané kvantitatívne a kvalitatívne znaky bol na základe štúdia variability (tab. 1). Pre každý uvedený znak bol navrhnutý hodnotiaci systém – deskriptor, podľa metodických pokynov medzinárodnej inštitúcie pre genetické zdroje rastlín (Bioversity International 2007). Toto pracovisko sa zaoberá tvorbou klasifikátorov pre hodnotenie, charakterizáciu a klasifikáciu genetických zdrojov kultúrnych druhov rastlín.

Tabuľka 1 Zoznam morfolometrických - kvantitatívnych a kvalitatívnych znakov a znakov pre hodnotenie obsahu základných obsahových látok v sušine

Kvantitatívne znaky	Kvalitatívne znaky	Obsah látok v sušine
1. hmotnosť obnôžky (mg)	1. kompaktnosť obnôžky	1. celkové bielkoviny (%)
2. plocha obnôžky (mm ²)	2. štruktúra na povrchu obnôžky	2. celkové tuky (%)
3. feret minimum (mm)	3. tvar obnôžky	3. celkové cukry (%)
4. feret maximum (mm)	4. tvar srdcovitých obnôžok	4. popol (%)
5. výška obnôžky (mm)	5. hĺbka vykrojenia na srdcovitých obnôžkach	
6. šírka obnôžky (mm)	6. homogénnosť farieb na obnôžke	
7. tvarový index (šírka/výška)	7. farebný odtieň obnôžky	
8. symetria (feret min/feret max)		

Každý navrhnutý deskriptor pozostával z deväť bodovej klasifikačnej stupnice, kde najmenší možný počet stupňov je 2 a najväčší je 9. Na základe zistenej variability znaku bol navrhnutý počet klasifikačných stupňov a ku každému stupňu bola priradená slovná charakteristika.

V prípade kvantitatívnych znakov bol rozsah variability na jednotlivých klasifikačných stupňoch determinovaný pomocou princípu funkcie príslušnosti fuzzy množiny (Stehlíková, 2002; Nôžková et al., 2006). Dvoma bodmi (x_1, y_1) ; (x_2, y_2) je jednoznačne určená priamka

$$y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) .$$

V našom prípade $x_1 = \min$ a $x_2 = \max$, $y_1 = 0$ a $y_2 = 1$. Teda rovnica priamky je

$$y = \frac{1}{\max - \min} (x - \min) .$$

Z uvedenej rovnice sme vyjadrili premennú 'x' potrebnú na výpočet hraničných bodov jednotlivých intervalov

$$x = \min + (\max - \min) y .$$

Premennej 'y' sme postupne priradili hodnoty: 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8. Premenná 'x' pre nás predstavovala hľadanú súradnicu k príslušnému bodu 'y'.

Dôležitou súčasťou navrhnutých deskriptorov je metodika hodnotenia, ktorá je vo väčšine prípadov doplnená o účelné schémy a obrázky. Metodický postup zaručuje jednotný spôsob hodnotenia včelích obnôžok v danom znaku pre všetkých hodnotiteľov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V našej práci boli navrhnuté metodické postupy charakterizácie peľových obnôžok, a to pomocou parametrov morfolometrickej analýzy. K sledovaným parametrom patrí veľkosť, farba, tvar, povrchová štruktúra a hmotnosť peľových obnôžok zberaných včelami. Variabilita v týchto znakoch medzi obnôžkami z rôznych rastlinných druhov je vysoká, čo dokumentuje variačný koeficient tabuľka 2 a nasledovné výsledky nášho výskumu pre jednotlivé hodnotené parametre.

Tabuľka 2 Ukazovatele variability pre morfometrické parametre experimentálneho súboru obnôžok

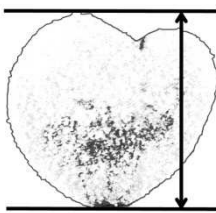
Názov znaku	počet vzoriek	počet meraní	min	max	priemer	sd	V %
Hmotnosť obnôžky (mg)	114	1477	1,9	24,00	9,88	2,81	28,41
FeretMin (mm)	114	1477	1,72	3,97	2,99	0,38	12,85
FeretMax (mm)	114	1477	2,24	4,67	3,61	0,37	10,26
FeretRatio (FeretMin/FeretMax)	114	1477	0,59	0,95	0,83	0,05	7,13
Výška obnôžky (mm)	114	1477	1,81	4,26	3,08	0,41	13,31
Šírka obnôžky (mm)	114	1477	2,13	4,56	3,45	0,36	10,37
Tvarový index (šírka/výška)	114	1477	0,73	1,67	1,13	0,12	10,48
Plocha (mm ²)	114	1477	3,00	13,02	8,07	1,73	21,40

n – počet, sd – smerodajná odchýlka, V – variačný koeficient, priemer – aritmetický priemer

Veľkosť obnôžky

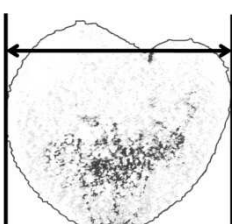
S hodnotením veľkosti obnôžky sme sa v literárnych zdrojoch nestretli. Výskumné tímy sa zaoberajú analýzou veľkosti jednotlivých peľových zŕn (Rodríguez-Damián et al. 2003). Na základe našich pozorovaní sme navrhli tieto základné parametre: výška obnôžky (mm), šírka obnôžky (mm), tvarový index (šírka/dĺžka), feret maximum (mm), feret minimum (mm), plocha (mm²). Vychádzali sme z experimentálnych údajov, získaných v rámci nami riešeného vedecko-technického projektu APVT 20-026704 (tab. 2) a pre jednotlivé znaky navrhujeme nasledovné štruktúry deskriptorov (tab. 3-9).

Tabuľka 3 Deskriptor pre znak - Obnôžka – výška (mm)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah	Schéma
1	veľmi nízka	< 2,30	
3	nízka	2,30 – 2,79	
5	stredne vysoká	2,80 – 3,28	
7	vysoká	3,29 – 3,77	
9	veľmi vysoká	3,78 a viac	

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok, na dve desatinné miesta. Schéma označuje výšku (v smere osi y) ohraničeného objektu.

Tabuľka 4 Deskriptor pre znak - Obnôžka – šírka (mm)

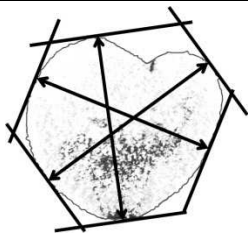
Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah	Schéma
1	veľmi úzka	< 2,61	
3	úzka	2,61 – 3,10	
5	stredne široká	3,11 – 3,58	
7	široká	3,59 – 4,07	
9	veľmi široká	4,08 a viac	

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok, na dve desatinné miesta. Schéma označuje šírku (v smere osi x) ohraničeného objektu.

Hodnotenie veľkosti obnôžky pomocou znakov feret minimum a feret maximum bolo navrhnuté z dôvodu, že tvar obnôžok nie je pravidelný a výška a šírka obnôžky sa nedá jednoznačne určiť. Feret maximum a minimum je určený na základe vzdialenosti. Dve

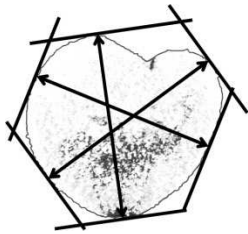
rovnobežné priamky sú umiestnené na protilahlé strany objektu, v 32 pozíciách rovnomerne pootočených o príslušný uhol. Odpovedajúca vzdialenosť je meraná pre každú pozíciu. Maximálna nameraná hodnota je feret maximum a minimálna nameraná hodnota je feret minimum.

Tabuľka 5 Deskriptor pre znak - Obnôžka – feret maximum (mm)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah	Schéma
1	veľmi malá	< 2,72	
3	malá	2,72 – 3,21	
5	stredne veľká	3,22 – 3,69	
7	veľká	3,70 – 4,18	
9	veľmi veľká	4,19 a viac	

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok, na dve desatinné miesta

Tabuľka 6 Deskriptor pre znak - Obnôžka – feret minimum (mm)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah	Schéma
1	veľmi malá	< 2,17	
3	malá	2,17 – 2,62	
5	stredne veľká	2,63 – 3,07	
7	veľká	3,08 – 3,52	
9	veľmi veľká	3,53 a viac	

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok, na dve desatinné miesta.

V znaku Tvarový index (šírka/výška) je možné obnôžky hodnotiť len za predpokladu, že bola správne určená šírka a výška obnôžky. Intervaly pre jednotlivé úrovne deskriptora (tab. 7) sme navrhli podľa deskriptora pre znak Lístok – listový index pre hodnotenie genotypov hrachu siateho (Brindza et al. 1998).

Tabuľka 7 Deskriptor pre znak - Obnôžka – tvarový index (šírka/výška)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah
3	elipsoidná	< 0,9
5	guľovitá	0,9 – 1,1
7	srdcovitá	1,2 a viac

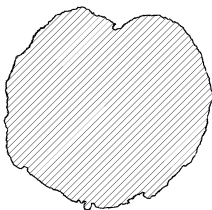
Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok.

Tabuľka 8 Deskriptor pre znak - Obnôžka – symetria (feret min/feret max)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah
1	nesymetrická	0 - 0,80
9	symetrická	0,81 - 1

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok

Tabuľka 9 Deskriptor pre znak - Obnôžka – plocha (mm²)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah	Schéma
1	veľmi malá	< 5,00	
3	malá	5,00 – 7,00	
5	stredne veľká	7,01 – 9,01	
7	veľká	9,02 – 11,01	
9	veľmi veľká	11,02 a viac	

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok, na dve desatinné miesta. Plocha objektu je určená ohraničením objektu na základe rozlíšenia farby okraja objektu od pozadia.

Hmotnosť obnôžkového peľu

Rozdiely v priemernej hmotnosti obnôžok súvisia s rastlinným zdrojom. Priemerná hmotnosť obnôžok, ktorá sa uvádza v literatúre je 7,5 mg až 15 mg (Stanley, Linskens 1974). Aj v našich experimentoch sa sledovala variabilita v hmotnosti obnôžok. Pri hodnotení variability za celý experimentálny súbor (tab. 2) sa dosiahol vysoký variačný koeficient (28,41%). Priemerné hodnoty hmotnosti obnôžky z nášho experimentu sa zhodujú s intervalom uvedeným v literatúre. Pri sledovaní maximálnych hodnôt hmotnosť obnôžky v našom súbore dosiahla až 24 mg. Podľa literárnych zdrojov sú obrovské rozdiely v aj množstve peľových zŕn zberaných z rôznych rastlinných druhov. V jednej peľovej obnôžke môže byť viac ako 2 milióny peľových zŕn (Pitsios et al. 2006). Obnôžky z d'ateliny sú napríklad malé a ľahké (Stanley, Linskens 1974). Tento parameter je zaujímavý pre determináciu druhového zloženia peľových zŕn v obnôžkach. Na základe literárnych poznatkov a experimentálnych údajov získaných v rámci nami riešeného výskumného projektu APVT 20-026704 (tab. 2) navrhujeme nasledovný deskriptor (tab. 10).

Tabuľka 10 Deskriptor pre znak - Obnôžka – hmotnosť (g)

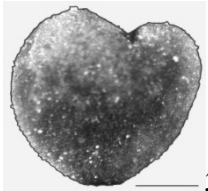
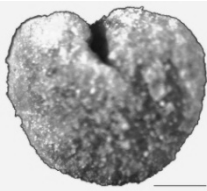
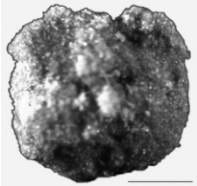
Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah
1	veľmi malá	< 6,32
3	malá	6,32 – 10,74
5	stredne veľká	10,75 – 15,16
7	veľká	15,17 – 19,58
9	veľmi veľká	19,59 a viac

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok, na dve desatinné miesta

Povrch obnôžkového peľu

Odlíšnosti v štruktúre povrchu obnôžok sú spôsobené mikrotextúrou, ktorá súvisí s morfológiou peľových zŕn každého taxónu (štruktúra exiny) (Carrión et al. 2003; Carrión et al. 2004). Palynológovia rozlišujú napríklad tenkú, drsnú a jemnú štruktúru povrchu. Aj podľa našich pozorovaní rozlišujeme typy drsnej, stredne drsnej a hladkej štruktúry povrchu, ktoré sú zobrazené na obrázku v tabuľke 11. V literatúre sú uvedené na hodnotenie povrchov aj matematicko-štatistické metódy a obrazová analýza. Hodnotením mikrotextúry povrchu pomocou neurónových sietí individuálnych peľových zŕn sa zaoberali vo svojich prácach Li a Flenley (1999) a Li et al. (2004). Pre hodnotenie štruktúry povrchu včelích obnôžok podľa exaktných metód obrazovej analýzy tiež existuje len niekoľko prác (Hidalgo, Bootello 1990; Carrión et al. 2004; Rodriguez-Damián et al. 2003; Rodriguez-Damián et al. 2004).

Tabuľka 11 Deskriptor pre znak - Obnôžka – štruktúra povrchu

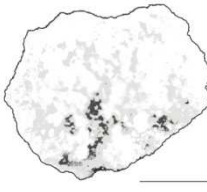
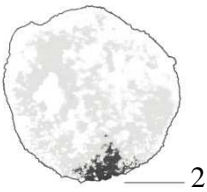
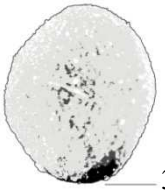
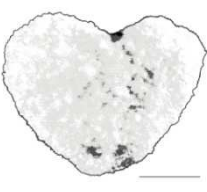
Úroveň	Slovná charakteristika	Schémy	
3	hladký		
5	stredne drsný		
7	Drsný		

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok.

Tvar obnôžkového peľu

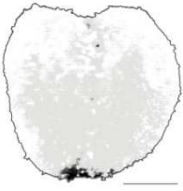
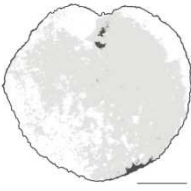
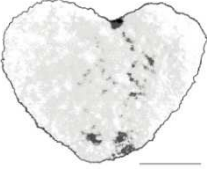
Pri morfometrickej analýze obnôžok ďalej bolo ďalej navrhnuté hodnotenie tvaru obnôžky. Najjednoduchším spôsobom hodnotenia tvaru objektov je pomocou predložených schematických zobrazení. Pre hodnotenie tvaru sme navrhli nasledovné deskripty (tab. 12-14).

Tabuľka 12 Deskriptor pre znak - Obnôžka – tvar

Úroveň	Slovná charakteristika	Schémy	
1	nepravidelný		
2	guľovitý		
3	elipsoidný		
4	srdcovitý		

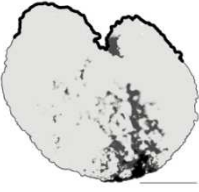

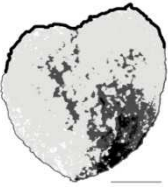
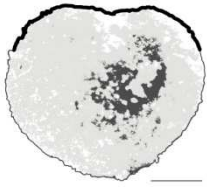
Metodika: hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok

Tabuľka 13 Deskriptor pre znak - Obnôžka – srdcovitý tvar

Úroveň	Slovná charakteristika	Schémy	
1	elipsoidný		
2	guľovitý		
3	srdcovitý		

Metodika: Hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok

Tabuľka 14 Deskriptor pre znak - Obnôžka – hĺbka vykrojenia

Úroveň	Slovná charakteristika	Schémy	
1	veľmi hlboké		
3	hlboké		
7	plytké		
9	veľmi plytké		

Metodika: hodnotiť najmenej 50 nepoškodených obnôžok

Farba obnôžkového peľu

Farba obnôžok je tiež špecifickým znakom rastlinného zdroja. Avšak obnôžky nemajú vždy len jednu farbu (Reiter, Camden 1947; Stanley R.G., Linskens H.F. 1974; Modro et al. 2009; Barth et al. 2009). Na základe našich pozorovaní sa tiež zistilo, že obnôžky môžu byť zložené z peľových zŕn dvoch alebo viacerých rastlinných druhov. V tom prípade je farba obnôžky polychromatická alebo monochromatická, avšak pozostávajúca z peľových zŕn dvoch alebo viacerých rastlinných druhov (Stanley, Linskens 1974). Hodnotenie farby sa môže realizovať rôznymi spôsobmi. Najbežnejšie a najvyužívanejšie je na základe vizuálneho hodnotenia. Avšak tento spôsob je aj najsubjektívnejší a najmenej presný. Ďalším spôsobom môže byť hodnotenie farby podľa zostavených klasifikačných farebných škál. V našich experimentoch používame Royal Horticulture System (RHS 2008), čo je univerzálne zostavený systém farieb, ktoré majú svoje kódy. V tabuľke 15 je porovnaná klasifikácia 10 vzoriek podľa tejto škály s vizuálnym spôsobom hodnotenia. Zložitejšie ale presnejšie metódy hodnotenia farieb sú pomocou mikroskopickkej a obrazovej analýzy (Boton et al. 2001), ako aj chemického zloženia, ktorému zodpovedajú príslušné farby (Synytsya et al. 2009). Avšak tieto metódy sú náročné na technické vybavenie a vyžadujú si skúsených expertov.

Tabuľka 15 Hodnotenie farby obnôžok

Číslo vzorky	Farba (vizuálne hodnotenie)	Názov farebnej skupiny (RHS)	Farba (RHS)
2	hnedo žltá	šedo-žltá	162 A
5	sivo zelená	šedo-zelená	194 A
66	tehlovo hnedá	šedo-oranžová	165 B
80	citrónovo žltá	žltá	8 A
81	hnedo žltá	šedo-žltá	162 A
90	hnedo žltá	šedo-žltá	162 A
98	hnedo žltá	šedo-žltá	162 A
99	hnedo žltá	šedo-žltá	162 A
100	mrkvovo oranžová	oranžová	24 A
113	hnedo žltá	šedo-oranžová	164 B

Pre charakterizáciu a klasifikáciu včelieho peľu pomocou základných obsahových látok sa pri návrhu klasifikačných stupňov a rozsahov na jednotlivých stupňoch deskriptorov, vychádzalo z prác viacerých autorov, ako aj našich experimentálnych údajov. V tabuľkách 16 a 17 je porovnaný obsah celkových bielkovín, tukov, cukrov a popola vo včelom peľi, ako ich stanovili jednotliví autori.

Tabuľka 16 Porovnanie obsahu hlavných komponentov vo včelom peľi podľa výsledkov z literárnych zdrojov

Komponent	Obsah v sušine (%)	Literárne zdroje
Celkové bielkoviny	10 - 40	Bogdanov 2004
	28.1 ±1.6	Human, Nicolson 2006
	21 ±4	Almeida-Muradian et al. 2005
	13.06 – 24.54	Szczesna 2006
Celkové lipidy	1 - 10	Bogdanov, 2004
	7 ±2	Almeida-Muradian et al. 2005
	7.6 ±0.2	Human, Nicolson 2006
Celkové cukry	60.7±1.5	Human, Nicolson 2006
	13 - 55	Bogdanov 2004
	37	Almeida-Muradian et al. 2005
	26.87 – 48.44	Szczesna 2007b
Popol	3.6±0.2	Human, Nicolson 2006
	2.4±0.8	Almeida-Muradian et al. 2005
	2 - 6	Bogdanov 2004
	2.08 – 3.19	Szczesna 2007a

Tabuľka 17 Porovnanie obsahu hlavných komponentov vo včelom peľi podľa výsledkov nášho experimentu

Komponent	Obsah v sušine (%)
Celkové bielkoviny	27 – 28
Celkové lipidy	6.5 – 14.1
Popol	2.2 – 2.7

Pre jednotlivé obsahové látky boli navrhnuté nasledovné hodnotiace systémy (tab. 18-21).

Tabuľka 18 Deskriptor pre znak – včelí peľ –obsah bielkovín (% sušiny)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah
1	veľmi nízky	< 16,0
3	nízky	16,0 – 22,0
5	stredne vysoký	22,1 – 28,0
7	vysoký	28,1 – 34,0
9	veľmi vysoký	34,1 a viac

Metodika hodnotenia: podľa štandardných metód pre stanovenie obsahu bielkovín.

Tabuľka 19 Deskriptor pre znak – včelí peľ –obsah lipidov (% sušiny)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah
1	veľmi nízky	< 3,6
3	nízky	3,6 – 6,2
5	stredne vysoký	6,3 – 8,8
7	vysoký	8,9 – 11,4
9	veľmi vysoký	11,5 a viac

Metodika hodnotenia: podľa štandardných metód pre stanovenie obsahu lipidov.

Tabuľka 20 Deskriptor pre znak – včelí peľ –obsah sacharidov (% sušiny)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah
1	veľmi nízky	< 21,8
3	nízky	21,8 – 32,6
5	stredne vysoký	32,7 – 42,5
7	vysoký	42,6 – 52,3
9	veľmi vysoký	52,4 a viac

Metodika hodnotenia: podľa štandardných metód pre stanovenie obsahu cukrov.

Tabuľka 21 Deskriptor pre znak – včelí peľ –obsah popola (% sušiny)

Úroveň	Slovná charakteristika	Rozsah
3	nízky	< 3,2
5	stredne vysoký	3,2 – 4,8
7	vysoký	4,9 a viac

Metodika hodnotenia: podľa štandardných metód pre stanovenie obsahu popola.

ZÁVER

Na základe rozsiahleho experimentálneho štúdia variability morfológických, biochemických a ďalších kvalitatívnych znakov včelích obnôžok sme vytvorili nový spôsob ich hodnotenia a to vo forme špecifického klasifikátora. Základnou jednotkou klasifikátora je deskriptor ako metodika a spôsob hodnotenia samostatných kvantitatívnych a kvalitatívnych znakov. V deskriptoroch pre jednotlivé znaky sa zohľadňuje variabilita každého znaku určená experimentálne. V prvej verzii klasifikátora sme vytvorili 19 deskriptorov pre hodnotenie veľkosti, hmotnosti, tvaru, farby a obsahu základných biochemických komponentov včelích obnôžok. Výhodou tohto systému je unifikovaná štruktúra deskriptorov. Klasifikátor umožní vyhotovovať charakteristiku obnôžkového peľu z rastlinných druhov a jeho katalogizáciu na národnej ako aj medzinárodnej úrovni.

LITERATÚRA

- ALMEIDA-MURADIAN L.B., PAMPLONA L.C., COIMBRA S., BARTH, O.M. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. In: Journal Food Composition and Analysis, vol. 18, 2005, no. 1, p. 105-111.
- BARTH, O.M., MUNHOZ, M.C., LUZ, C.F.P. 2009. Botanical origin of apis pollen loads using colour, weight and pollen morphology data. Acta Alimentaria, 38 (1): 133-139
- BASTOS, D.H.M., BARTH, O.M., ROCHA, C.I., CUNHA, I.B.D., CARVALHO, P.D., TORRES, E.A.S, MICHELAN, M. 2004. Fatty acid composition and palynological analysis of bee (Apis) pollen loads in the states of sao paulo and Minas Gerais, Barzil. In. Journal of apicultural research, 43 (2):35-39, 2004. ISSN 0021-8839
- BIOVERSITY INTERNATIONAL 2007. Guidelines for the development of crop descriptor lists. Bioversity Technical Buletin Series. Bioversitz International, Rome, Italy, xii+72p. ISBN 978-92-9043-729-1
- BOGDANOV S. 2004. Quality and standards of pollen and beeswax. In. Apiacta, 38, 2004, p.334-341
- BOTON, P., BOUCHER, A., THONNAT, M., REGIS, T., PABLO, J.H., JORDINA, B., CARMEN, G. 2001. Colour image in 2D and 3D microscopy for the automation of pollen rate measurement. In. Image Anal Stereol 2001, 20 (Suppl 1): 527-532
- BRINDZA J., GAŽO J., SLAMĚNA Z., ĎURKOVÁ E. 1998. Hodnotenie diverzity rodu *Pisum* spp. – učebné texty pre dištančné štúdium, Nitra, SPU, 1998, 119 s. ISBN 80-7137-557-8
- CARRIÓN P., CERNADAS E., GÁLVEZ J.F., DAMIÁN M., SÁ-OTERO DE P. 2004. Classification of honeybee pollen using a multiscale texture filtering scheme. In. Machine vision and applications, 2004, 15, p.186-193.
- CARRIÓN P., CERNADAS E., GÁLVEZ J.F., DÍAZ-LOSADA E. 2003. Determine the composition of honeybee pollen by texture classification. In. F.J. Perales et al. (eds.): IbPRIA 2003, LNCS 2652, pp. 158-167, 2003, 978-3-540-40217-6
- DE NOVAIS, J.S., LIMA, L.C.L.E., DOS SANTOS, F.D.R. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in semi-arid area from Bahia, Brazil. In. Grana, 48 (3): 224-234, 2009. ISSN 0017-3134
- HIDALGO, M.I., BOOTELLO M.L. 1990. About some physical characteristics of the pollen loads collected by *Apis mellifera* L. Apicultura 6:179-191
- HUMAN, H., NICOLSON S. W. 2006. Nutritional content of fresh, bee-collected, and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). Phytochemistry 67 (2006) 1486 – 1492.
- LI P., FLENLEY J.R. 1999. Pollen texture identification using neural networks. Grana, 1999, 38, p.59-64
- LI, P., TRELOAR, W.J., FLENLEY, J.R., EMPSON, L. 2004. Towards automation of palynology 2: the use of texture measures and neural network analysis for automated identification of optical images of pollen grains. Journal of quaternary science, 19 (8): 755-762. ISSN 0267-8179
- MĂRGHITAȘ, L.A., STANCIU, O.G., DEZMIREAN, D.S., BOBIȘ, O., POPESCU, O., BOGDANOV, S., CAMPOS, M.G. 2009. *In vitro* antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. In. Food chemistry, 115 (2009), 878-883.
- MODRO, A.F.H., SILVA, I.C., LUZ, C.F.P., MESSAGE, D. 2009. Analysis of pollen load based on color, physicochemical composition and botanical source. In: An Acad Cienc (2009), 81 (2):281-285. ISSN 0001-3765

- NOZKOVA J. - BRINDZA J. - STEHLIKOVA B. – PAVELEK M. (2006). Importance of collected flax germplasm (*Linum usitatissimum* L.) characterization. In: Journal of Natural Fibers. The Haworth Press, Inc., Vol. 3, Issue 1, 2006, p. 1 – 16. ISSN 1544-0478
- ORZAEZ VILLANUEVA M.T., DIAZ MARGUINA A., BRAVO SERRANO R., BLAZQUEZ ABELLAN G. 2002. The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition. In. Int J Food Sci Nutr. 2002 May; 53(3):217-24.
- PITSIOS C., CHLIVA C., MIKOS N., KOMPOTI E., NOWAK-WEGRZYN A., KONTOU-FILI K. 2006. Bee pollen sensitivity in airborne pollen allergic individuals. In. Ann Allergy Asthma Immunol, 2006, 97, p. 703-706.
- REITER, R., CAMDEN, N.J. 1947. The coloration of anther and corbicular pollen. The Ohio journal of science. Vol. 67 (4), 137-152.
- RHS - The Royal Horticultural Society's Colour Chart. 2004. http://www.rhs.org.uk/Learning/Publications/pubs_library_colourchart.htm (28.11.2008)
- RODRIGUEZ-DAMIÁN M., CERNADAS E., FORMELLA A., GONZÁLEZ A. 2003. Automatic identification and classification of pollen of the *Urticaceae* family. In. Proceeding of Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems, Belgium, 2003, p.38-45.
- RODRIGUEZ-DAMIÁN M., FORMELLA A., SÁ-OTERO DE P. 2004. Pollen classification using brightness-based and shape-based descriptors. In. Proceeding of the 17th International Conference on Pattern Recognition
- SAWYER, R. 1981. Pollen identification for beekeepers. University College Cardiff press, Great Britain, 1981, 111, ISBN 0-906449-29-4
- SCHMIDT J.O. 1996. Chemical composition and application. In. Mizrahi A., Lensky Y.. Bee products, Pleum Press: New York, 1996, p.15-26
- SILVA T.M.S., CAMARA C.A., LINS A.C.S., BARBOSA-FILHO J.M., SILVA E.M.S., FREITAS B.M., SANTOS F. DE A.R. 2006. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. In. Journal of Food Composition and Analysis 19 (2006) 507–511
- STANLEY R.G., LINSKENS H.F. 1974. Pollen: biology, biochemistry, and management. Springer-Verlag, Berlin, 1974, 307 p. ISBN 0-387-06827-9
- STEHLÍKOVÁ, B. 2002. osobná komunikácia
- SYNYTSYA, A. – SYNYTSYA, A. – BLEHA, R. – BRINDZA, J. 2009. Třídění květových a včelích pylů: Využití spektroskopických a statistických metod. In. ChemZi – slovenský časopis o chémii pre chemické vzdelávanie, výskum a primysel 5/9, 61. Zjazd chemikov, Vysoké Tatry, 2009, s. 10
- SZCZESNA, T. 2006. Protein content and amino acid composition of bee-collected pollen from selected botanical origins. In. Journal of Apicultural science, Vol. 50, No. 2, 2006, p. 81-90 ISSN 1643-4439
- SZCZESNA, T. 2007a. Concentration of selected elements in honeybee-collected pollen. In. Journal of Apicultural science, Vol. 51, No. 1, 2007, p. 5-13 ISSN 1643-4439
- SZCZESNA, T. 2007b. Study of the sugar composition of honeybee-collected pollen. In. Journal of Apicultural science, Vol. 51, No. 1, 2007, p. 15-22 ISSN 1643-4439
- TÜYLÜ, A.S., SORKUN, K. 2004. Organoleptic analysis of economically significant pollen samples collected in bursa region by *Apis mellifera* L.. Mellifera 4-8:38-44 (2004).
- UPOV – General Introduction to the examination of distinctness, uniformity and stability and the development of harmonized descriptions of new varieties of plants (2002). TG/1/3, Geneva, 2002, 26 str. http://www.upov.int/en/publications/tg-rom/tg001/tg_1_3.pdf (12.11.2009).

Pod'akovanie

Práca bola riešená s podporou VEGA 1/0887/10, APVT-20-026704, KEGA3/7448/09.

Kontaktná adresa:

Ing. Janka Nôžková, PhD. - Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, KGŠR,
Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, tel.: 037-6414778, E-mail: janka.nozkova@uniag.sk

doc. Ing. Ján Brindza, CSc. - Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, KGŠR,
Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, tel.: 037-6414787, E-mail: jan.brindza@uniag.sk

Ing. Radovan Ostrovský - Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, IOBBB,
Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, tel.: 037-6414792, E-mail: radovan.ostrovsky@uniag.sk

prof. Beáta Stehlíková, CSc. – Bratislavská vysoká škola práva, Fakulta ekonómie
a podnikania, Tematínska 10, 851 05, Bratislava, stehlikovab@gmail.com

Ing. Katarína Fatrcová-Šramková, PhD. - Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
FAPZ, KVL, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, tel.: 037-6414792, E-mail:
katarina.sramkova@gmail.com