

## Viazanosť arkticko-alpínskych taxónov na vegetáciu Západných Karpát

Ivana Šibíková, Jozef Šibík

Slovenská Akadémia Vied, Botanický ústav, Oddelenie geobotaniky, Dúbravská cesta 14,  
845 23 Bratislava, Slovensko; ivana.sibikova@savba.sk

### Úvod a formulácia cieľa

Predkladaný príspevok sa venuje rozšíreniu arkticko-alpínskych taxónov vo vysokohorskej vegetácii Západných Karpát z pohľadu nielen fytoocenologického, ale aj ekologického, funkčného a fytogeografického. Zastúpenie jednotlivých arkticko-alpínskych taxónov v konkrétnych vegetačných typoch sme analyzovali vzhľadom na environmentálne premenné (kvantifikované ako Ellenbergove indikačné hodnoty) a rastové formy, v pomere k ostatným geoelementom flóry Západných Karpát.

Vysokohorská vegetácia je prispôbená neobyčajne premenlivému horskému podnebiu a odolná voči extrémnym životným podmienkam, ktoré sa v závislosti od reliéfu často výrazne menia už na nepatrných vzdialenostiach. Mimoriadne členitý vysokohorský reliéf, pestrý geologický podklad, rýchlo sa meniaci mezo- a mikroklima a vlastnosti pôd podmienili vysokú diverzitu stanovišť vrátane refúgií, poskytujúcich vysokohorským rastlinám a ich spoločenstvám útočisko v nepriaznivých obdobiach. Ostrovný charakter vysokých pohorí, ich výšková a substrátová členitosť vytvorili vhodné podmienky pre vznik a zachovanie populácií početných endemických taxónov. V špecifických vysokohorských podmienkach tak postupne vznikla pestrá mozaika vegetačných typov s množstvom prirodzene zriedkavých, reliktných a endemických rastlín [6].

Rozhodujúcim pre vývoj vegetácie našich hôr boli pleistocénne zmeny klímy, ktoré dosahovali výraznú rýchlosť a viedli k opakovaným drastickým zmenám prostredia, ktoré spôsobovali rozsiahle migrácie druhov, hromadné a postupné zanikanie a zároveň vznikanie nových taxónov [11,1,8]. Diskutujeme najmä dve teórie prežívania druhov počas zaľadnenia, (a) tzv. hypotéza *tabula rasa*, ktorá hovorí o úplnom vyhynutí v rámci zaľadnených oblastí, prežívajú v okrajových areáloch a postglaciálnej re-imigrácii do voľných oblastí, a (b) nunataková hypotéza, ktorá predpokladá dlhodobé *in situ* prežívanie v rámci zaľadnených oblastí na izolovaných, nezaľadnených miestach, ktoré vytŕčali nad ľadovú prikrývku [2].

V dobách ľadových sa nachádzalo naše územie medzi kontinentálnym (severským) a alpským (horským) zaľadnením [3]. Práve to malo veľký význam pre vývoj stredoeurópskej glaciálnej vegetácie, pretože sa tu stretávali boreálno-arktické elementy s elementami karpatskými a alpskými, a z tejto flóry vzniklo pôvodné osídlenie našich hôr po dobe ľadovej [7]. V oblasti kontaktov alpínskej a arktickej flóry to bol zároveň základ pre neskorší vznik rozsiahlych arkticko-alpínskych disjunkcií [3].

Viaceri autori poukazujú na druhy triedy *Carici rupestris-Kobresietea* (CK) ako na reliktné fytoocenózy s účasťou mnohých arkticko-alpínskych taxónov, ktoré sú pre túto triedu zároveň aj taxónmi diagnostickými [cf. 6]. Zisťovali sme, či zastúpenie arkticko-alpínskych taxónov v spoločenstvách triedy CK je štatisticky preukazné v porovnaní s ostatnými vegetačnými typmi z územia Západných Karpát a v pomere k ostatným geoelementom. V reliktných porastoch triedy CK sa však vyskytujú aj viaceré endemické taxóny. Extrémne stanovišťa tak vykazujú aj značnú mieru endemizmu. Zisťovali sme, či je preukázateľná súvislosť medzi výskytom arkticko-alpínskych a endemických taxónov vo vybraných vegetačných typoch.

### Materiál a metódy

Na zistenie rozdielov medzi jednotlivými vegetačnými typmi s výrazným zastúpením arkticko-alpínskych taxónov sme použili fyziognomické premenné (štruktúra), prezencia alebo absencia vybraných premenných (životné formy, biogeografické elementy), abundancia rastlinných druhov a vzťahy medzi nimi (priestorová distribúcia). So zreteľom na abundanciu geoelementov, environmentálne premenné, druhovú bohatosť a druhové zloženie sme analyzovali 14 vybraných zväzov (z tried *Asplenietea trichomanis*, *Caricetea curvulae*, *Carici rupestris-Kobresietea bellardii*, *Elyno-Seslerietea*, *Loiseleurio-Vaccinietea*, *Montio-Cardaminetea*, *Mulgedio-Aconitetea*, *Salicetea herbaceae* a *Thlaspietea rotundifolii*), ktoré spĺňali podmienku, že aspoň 25 percent z celkového počtu zápisov vo zväze obsahuje aspoň 2 arkticko-alpínske taxóny. Klasifikácia jednotlivých fytoocenologických zápisov zodpovedá prislúchajúcim zväzkom Rastlinných spoločenstiev Slovenska (vysokohorská vegetácia) [6].

Na výber dát bola použitá matica s 43 222 zápsmi zo Slovenskej Národnej Vegetačnej Databázy (SNVD) [9], upravená podľa metodiky použitej v práci zaoberajúcej sa diagnostickými taxónmi Slovenska [5]. Na jednotlivé analýzy bola použitá matica s 5030 zápsmi s výskytom aspoň 1 arkticko-alpínskeho taxónu a matica s 3510 zápsmi zo 14 vybraných zväzov, ktoré spĺňali vyššie uvedenú podmienku.

Hlavné gradienty v druhovom zložení boli analyzované pomocou nepriamej gradientovej analýzy (DCA) z programového balíka CANOCO 4.5 [10], ako doplnkové premenné boli použité priemerné

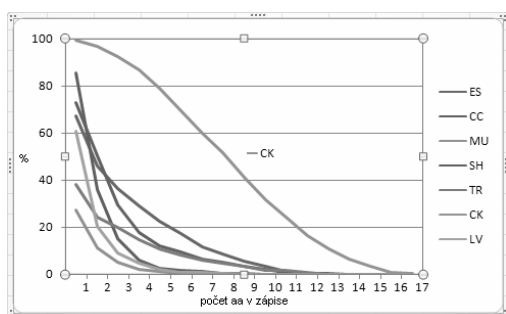
Ellenbergove druhové hodnoty a počet arkticko-alpínskych taxónov, západokarpatských a karpatských endemitov v zápise.

Štatistické analýzy boli prevedené v programoch SPSS Software 8.0 a Statistica 8.0 [4], v ktorých boli vytvorené boxplot grafy rozloženia hodnôt jednotlivých premenných vo vzťahu k vegetačným typom. Následne bol na porovnanie významnosti odlišnosti vegetačných typov so zreteľom na jednotlivé environmentálne faktory, fyto geografické elementy a funkčné charakteristiky použitý Tukeyho *post-hoc* test, ktorý nasleduje jednofaktorovú ANOVA analýzu. Na interpretáciu korelácií medzi jednotlivými premennými sme použili neparametrický Spearmanov korelačný test.

Skratky syntaxónov v grafoch a tabuľkách zodpovedajú názvom podľa práce [5].

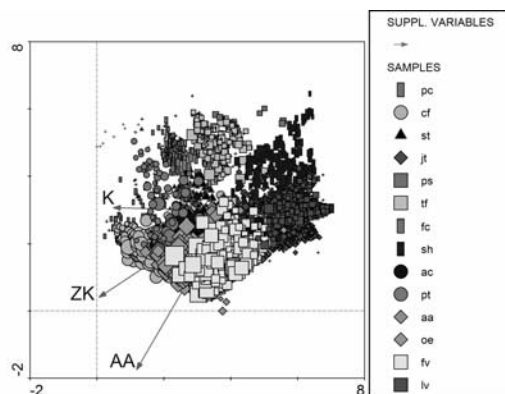
## Výsledky a diskusia

Štatistickou analýzou bola potvrdená výrazná diferenciácia na Slovensku len nedávno uznanej triedy CK oproti ostatným vegetačným typom so zreteľom na výskyt arkticko-alpínskych taxónov. Graf (Obr. 1) zobrazuje znižujúci sa počet zápisov so zvyšujúcim sa počtom arkticko-alpínskych taxónov na zápis vo vybraných triedach. Počty zápisov v jednotlivých triedach sú prepočítané na percentá z celkového počtu zápisov v triede.



Obr. 1: Viazanosť arkticko-alpínskych taxónov na jednotlivé vegetačné typy.

Graf nepriamej gradientovej analýzy (Obr. 2) poukazuje na vzťahy medzi jednotlivými vybranými vegetačnými jednotkami a hlavnými gradientmi ekologických vlastností prostredia, ako aj gradientmi v druhovej kompozícii spoločenstiev. S prvou (horizontálnou) osou negatívne koreluje pôdna reakcia. V ľavej časti grafu sú situované spoločenstvá triedy *Elyno-Seslerietea*, vyskytujúce sa striktne na bázičných substrátoch, v pravej časti grafu sa nachádzajú spoločenstvá na kyslom substráte, patriace do tried *Loiseleurio-Vaccinietea*, *Salicetea herbaceae* a *Juncetea trifidi*. S druhou (vertikálnou) osou pozitívne korelujú vlhkosť pôdy, nároky na živiny a teplotu, v tejto časti grafu identifikujeme triedu *Mulgedio-Aconitetea*, negatívnu koreláciu vykazujú nároky na svetlo. V spodnej časti grafu v strede sa nachádzajú zväzy triedy *Carici rupestris-Kobresietea*, spolu so sutinovými spoločenstvami zväzu *Androsacion alpinae*, ktoré sa vyskytujú na neutrálnom podklade.



Obr. 2: Graf DCA analýzy (attribute data plot).

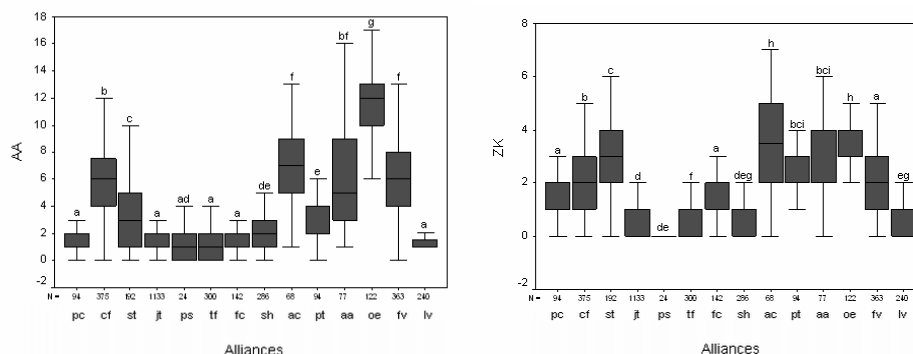
Ako doplnková premenná bola použitá abundancia arkticko-alpínskych taxónov, ktorej hodnoty sú premietnuté do veľkosti zobrazeného symbolu – čím väčší symbol, tým väčší počet arkticko-alpínskych taxónov v zápise. Krížik značí, že v zápise sa nevyskytuje žiaden arkticko-alpínsky taxón. Najväčšiu abundanciu arkticko-alpínskych taxónov vykazujú zväzy *Oxytropido-Elynon*, *Festucion versicoloris*, *Androsacion alpinae* a *Caricion firmae*. Z grafu je zrejma pozitívna korelácia početnosti arkticko-alpínskych taxónov s abundanciou západokarpatských endemitov

Tab.1: Korelácie medzi jednotlivými premennými.

AA	K	ZK	H	CH	Altitude	CE_mont
0,419820	0,579998	0,619476	0,620237	0,398545	-0,173120	AA
	0,466063	0,580315	0,314820	0,548233	0,127651	K
		0,545930	0,524143	0,279445	-0,101999	ZK
			0,495001	0,494393	-0,093366	H
				0,377450	-0,181209	CH
					n.s.	

Na interpretáciu korelácií alebo závislostí medzi jednotlivými premennými sme použili neparametrický Spearmanov korelačný test (Tab. 1). Vzhľadom na metodiku selekcie dát, signifikantnú koreláciu vykazovalo viacero faktorov. So stúpajúcou nadmorskou výškou signifikantne narastá

zo všetkých elementov len arkticko-alpínsky. Ten pozitívne koreluje aj s výskytom západokarpatských endemitov. Výskyt arkticko-alpínskych taxónov taktiež pozitívne koreluje s výskytom chamaefytov, čím prichádzame k najčastejšej životnej forme druhov tvoriacich reliktné porasty.



Obr. 3,4: Boxplot grafy znázorňujúce počet arkticko-alpínskych (AA) a západokarpatských (ZK) taxónov v jednotlivých vegetačných typoch.

Boxplot grafy (Obr. 3, 4) znázorňujú rozloženie hodnôt abundancie arkticko-alpínskych elementov a západokarpatských endemitov vo vzťahu k vegetačným typom. Signifikantné rozdiely medzi jednotlivými vegetačnými typmi (Tukeyho *post hoc* test) sú označené indexom písmen a – h.

### Záver

Trieda CK zahŕňa výskyt najväčšieho počtu arkticko-alpínskych taxónov v porovnaní s ostatnými vegetačnými typmi z územia Západných Karpát a v pomere k ostatným geoelementom flóry Západných Karpát.

Abundancia arkticko-alpínskych taxónov bola signifikantne korelovaná nielen so stúpajúcou nadmorskou výškou a s európskym horským elementom, ale aj s výskytom západokarpatských endemitov. Ostrovný charakter vysokých pohorí v poľadových dobách vytvoril podmienky pre vznik refúgií reliktných taxónov, ale zároveň boli tieto miesta aj potenciálne vhodné na speciáciu a tým umožnili vznik endemitov, pričom zrejme záležalo na plasticite jednotlivých druhov.

### Pod'akovanie

Ďakujeme všetkým, ktorí svojimi cennými radami prispeli k výslednej podobe tejto práce, najmä M. Hájkovi, K. Kintrovej a J. Klimentovi. Za pomoc pri získavaní literatúry ďakujeme I. Gažiovej. Masarykovej Univerzite v Brne ďakujeme za možnosť použitia štatistického softvéru. Práca vznikla s podporou projektu Vega 6057.

### Zoznam použitej literatúry

- [1] ALSOS, I. G., ENGELSKJØN, T., GIELLY, L., TABERLET, P., BROCHMANN, C. 2005: Impact of ice ages on circumpolar molecular diversity: insights from an ecological key species. *Molecular Ecology* 14: 2739-2753.
- [2] BIRKS, H. H., AMMANN, H. 2000: Two terrestrial records of rapid climatic change during the glacial-Holocene transition (14 000 – 9 000 calendar years BP) from Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97: 1390-1394.
- [3] HENDRYCH, R. 1984: Fytogeografie. SPN, Praha, 224 s.
- [4] <http://www.statsoft.com/>
- [5] JAROLÍMEK, I., ŠIBÍK, J. (eds) 2008: Diagnostic, constant and dominant taxa of the higher vegetation units of Slovakia. Veda, Bratislava, in press.
- [6] KLIMENT, J., VALACHOVIČ, M. (eds) 2007: Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 4. Vysokohorská vegetácia. Veda, Bratislava, 388 s.
- [7] KRAJINA, V. 1929: O vývoji vysokohorskej vegetace v Československé republice. s. 57-68 In: Výroční zpráva Karlovy univerzity za rok 1928-1929, Praha.
- [8] STEHLIK, I. 2003: Resistance or emigration? Response of alpine plants to the ice ages. *Taxon* 52: 499-510.
- [9] ŠIBÍKOVÁ, I., ŠIBÍK, J., JAROLÍMEK, I., KLIMENT, J. 2008: Current knowledge and phytosociological data on the high-altitude vegetation in the Western Carpathians – a review. *Biologia* 63: in press.
- [10] TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P., 2002: CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide. Software for canonical community ordination (version 4.5). Biometris, Wageningen & České Budějovice, 500 s.
- [11] VAN ANDEL, T. H., TZEDAKIS, P. C. 1996: Paleolithic landscapes of Europe and environs, 150 000 – 25 000 years ago: an overview. *Quater. Sci. Rev.* 15: 481-500.