

Validation of CHRIS/PROBA chlorophyll content map for a Norway spruce forest stands using airborne imaging spectroscopy data of very high spatial resolution

Validace CHRIS/PROBA satelitní mapy obsahu chlorofylu za použití letecké zobrazovací spektroskopie dat velmi vysokého prostorového rozlišení

Petr Lukeš

Ústav systémové biologie a ekologie, Akademie věd ČR, ČR

Malenovský, Z., Kaplan, V., Hanuš, J., Pokorný, R., Cudlín, P.

Abstract. Chlorophyll a+b (Cab), the green foliar pigments, are one of the most important organic molecules on Earth, as they directly participate on the processes of photosynthesis. They are able absorb the energy of incident solar radiation, which is then transformed into the organic bounds of carbohydrates. Norway spruce (*Picea Abies* (L.) Karst.) is one of the dominant tree species of boreal forest ecosystems of the northern hemisphere. The leaf chlorophyll content of spruce canopy varies per phenological phase and actual environmental stress load. Therefore, information on leaf chlorophyll content of canopy can be used as indicator of actual forest stand health state. The state-of-the-art satellite sensors (e.g., imaging spectrometer CHRIS onboard of PROBA satellite platform – C/P) are able to provide, by means of the radiative transfer models' inversion, or an appropriate optical vegetation index, a map of Cab content. Due to the low or medium spatial resolution and a wide swath (pixel size of 17m, swath of 13x13km in case of C/P) space borne sensors can cover larger areas than airborne imaging spectroradiometers (e.g. AISA Eagle – maximal pixel size of 5m with swath of 5km). However, the major drawback of a lower spatial resolution is thorough the problematic validation of the product uncertainty, e.g. accuracy of the retrieved Cab maps. The broad pixel size introduces spectrally mixed per pixel information, which disables identification of individual tree crowns with pure foliage spectral information. Moreover, to conduct extensive ground (laboratory) chlorophyll measurements on statistically significant number of sample trees for satellite product validation is unfeasible. To overcome this drawback, we propose to use a combined validation scheme, where the satellite Cab map (spatial resolution of 17m) is cross-validated with the airborne high-spatial resolution Cab product (spatial resolution of 0.4m), which accuracy is know from comparison with ground/laboratory measurements. We are demonstrating this validation scheme within the case study over the spruce forest stands located at Bily Kriz test site (Moravian-Silesian Beskydy Mts., Czech Republic). The mutual spatial co-registration of both nadir satellite and airborne image data collected on the same day of September 14th, 2006 was performed via accurate geo-orthorectification into the UTM34N-WGS84 projection. The average positional rectification error was 15m for C/P data and 1m for AISA Eagle image mosaic. The Cab values of sunlit spruce crown parts of the areas corresponding with CHRIS/PROBA image pixels were aggregated and used as the Cab 'ground truth' spatial reference. The first results showed quite close correlation between C/P and airborne Cab products, with root mean square error – RMSE = 3.517

Abstrakt. Chlorofyly a+b (Cab), zelené barvivo rostlin, jsou jedny z nejdůležitějších organických molekul na Zemi, neboť se přímo účastní procesu fotosyntézy. Jsou schopny absorbovat energii dopadajícího slunečního záření, která je poté přeměněna na organické sloučeniny- sacharidy. Smrk ztepilý (*Picea Abies* (L.) Karst) je jedním z převládajících druhů boreálního lesního ekosystému severní hemisféry. Obsah chlorofylu v korunách smrku se mění v závislosti na fenologickém stádiu a také aktuální stresové zátěži. Proto může být informace o obsahu chlorofylu v koruně stromu použita jako indikátor aktuálního zdravotního stavu lesního porostu. Z dat současných moderních satelitních senzorů (např. obrazový spektrometr CHRIS na palubě platformy PROBA – C/P) jsme schopni získat mapu obsahu Cab, např. inverzí modelů přenosu záření, nebo využitím adekvátního vegetačního indexu. Díky nízkému až střednímu prostorovému rozlišení a širšímu záběru (velikost pixelu 17m, záběr 13x13km v případě C/P) satelitní senzory pokrývají větší oblast, než letecké obrazové spektrometry (např. AISA Eagle – maximální velikost pixelu 5m se příčným záběrem 5km). Nicméně, nevýhodou nižšího prostorového rozlišení je problematická validace produktu z nich získaných – např.

přesnosti získané mapy Cab. Nižší prostorové rozlišení vnáší spektrálně smíšenou informaci snímaného pixelu, které nám neumožňuje identifikovat koruny s čistým spektrálním signálem. Navíc, extenzivní pozemní (laboratorní) měření obsahu Cab na statisticky významném vzorku je nemožné. Abych se vyhnuli těmto záporům navrhujeme použití kombinovaného validačního schématu, kde je satelitní Cab mapa (prostorové rozlišení 17m) napřímo validována oproti Cab produktu leteckého hyperspektrálního senzoru s velmi vysokým prostorovým rozlišením (prostorové rozlišení 0.4m), jehož přesnost je známa díky porovnání s pozemními / laboratorními měřeními. Toto validační schéma demonstrujeme pro lesní porosty umístěné na pokusné ploše Bílý kříž (Moravsko-slezské Beskydy, Česká republika). Vzájemná prostorová slícování satelitních i leteckých dat snímaných ve stejný den (14. září 2006) bylo provedeno přesnou geo-ortorektifikací do souřadného systému/projekce UTM34N-WGS84. Průměrná poziční chyba byla 15m v případě dat C/P a 1m v případě dat mozaiky senzoru AISA/Eagle. Hodnoty Cab osvícených smrkových korun odpovídajícím obrazovým pixelům CHRIS/PROBA byly agregovány a použity jako Cab „ground truth“ satelitních dat. První výsledky ukazují poměrně silnou korelaci mezi C/P a leteckým Cab produktem, s průměrnou chybou – RMSE = 3.517 ug/cm².