

Využití obrazové analýzy pro hodnocení šlechtitelského materiálu pšenice

Jan Humplík

Univerzita Palackého v Olomouci

&

Ondřej Veškrna

SELTON Stupice

Koncept

- ▶ Zadání : vytvořit metodu pro rychlé a přesné hodnocení genotypů pšenice ve vztahu k jejich mrazové odolnosti na základě stávajícího polně-laboratorního testu
- ▶ V rámci projektu NAZV QK1910041 (2019-2023)
- ▶ Snaha doplnit náročné a subjektivní symptomatické hodnocení o relativně snadnou a objektivní metodu
- ▶ Předpoklad:
 - ▶ rostliny lépe odolávající mrazu:
 - ▶ vytvoří více zelené hmoty během regenerace
 - ▶ = > odolnější genotyp vykáže více zelené hmoty po mrazovém testu

Koncept

- ▶ Využití obrazové analýzy, jako doplnění symptomatického hodnocení šlechtitelem
- ▶ Úkol: navrhnout snímací a segmentační protokol pro vyhodnocení zelené biomasy v jednotlivých genotypech - bez zásadních změn v designu současného polně-laboratorního testu
 - ▶ 6 rostlin/genotyp zasetých do dvou jamek sadbovače
 - ▶ Klíčení a vzcházení ve skleníku
 - ▶ Růst a otužování v přirozených podmínkách
 - ▶ 3 zásahové teploty **-12**; **-14**; **-16°C**
 - ▶ Regenerace ve skleníku
 - ▶ Hodnocení živých/mrtvých rostlin - % přežití
 - ▶ Vypočtena hodnota SH (0-9; 9=100% přežití)

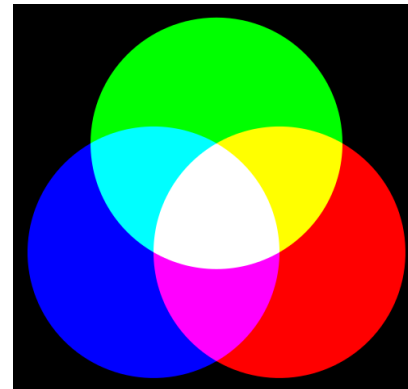
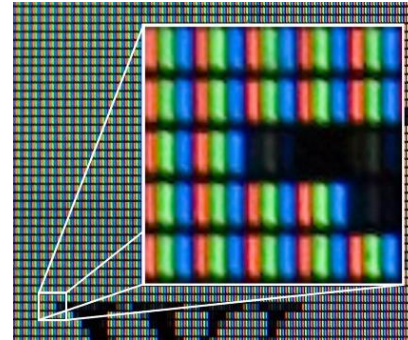
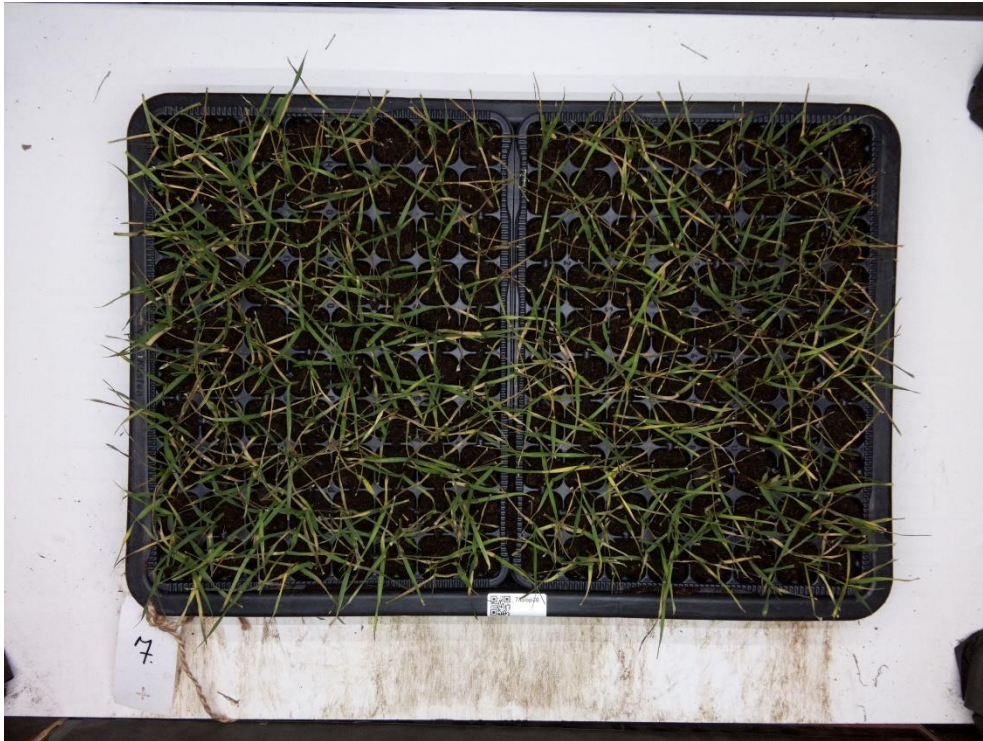
Snímací zařízení

- ▶ Řešení:
 - ▶ Stavba levného a relativně jednoduchého snímacího zařízení pro standardizovanou akvizici digitálních snímků
 - ▶ Návrh a testování analytického software pro automatické vyhodnocení zelené biomasy
- ▶ OEM stavebnicová RGB kamera 8Mpx + vyřazené PC
- ▶ Osvětlení LED
- ▶ Konstrukce: stůl IKEA + kartonová krabice 😊
- ▶ Snímací protokol v jazyce Python 3 na PC s OS Linux *Lubuntu*
- ▶ Po pokynu uživatele udělá snímek a uloží pod kódem pro následnou analýzu
- ▶ Snímání před zásahem mrazem, pak 14 a 21 dní po zásahu



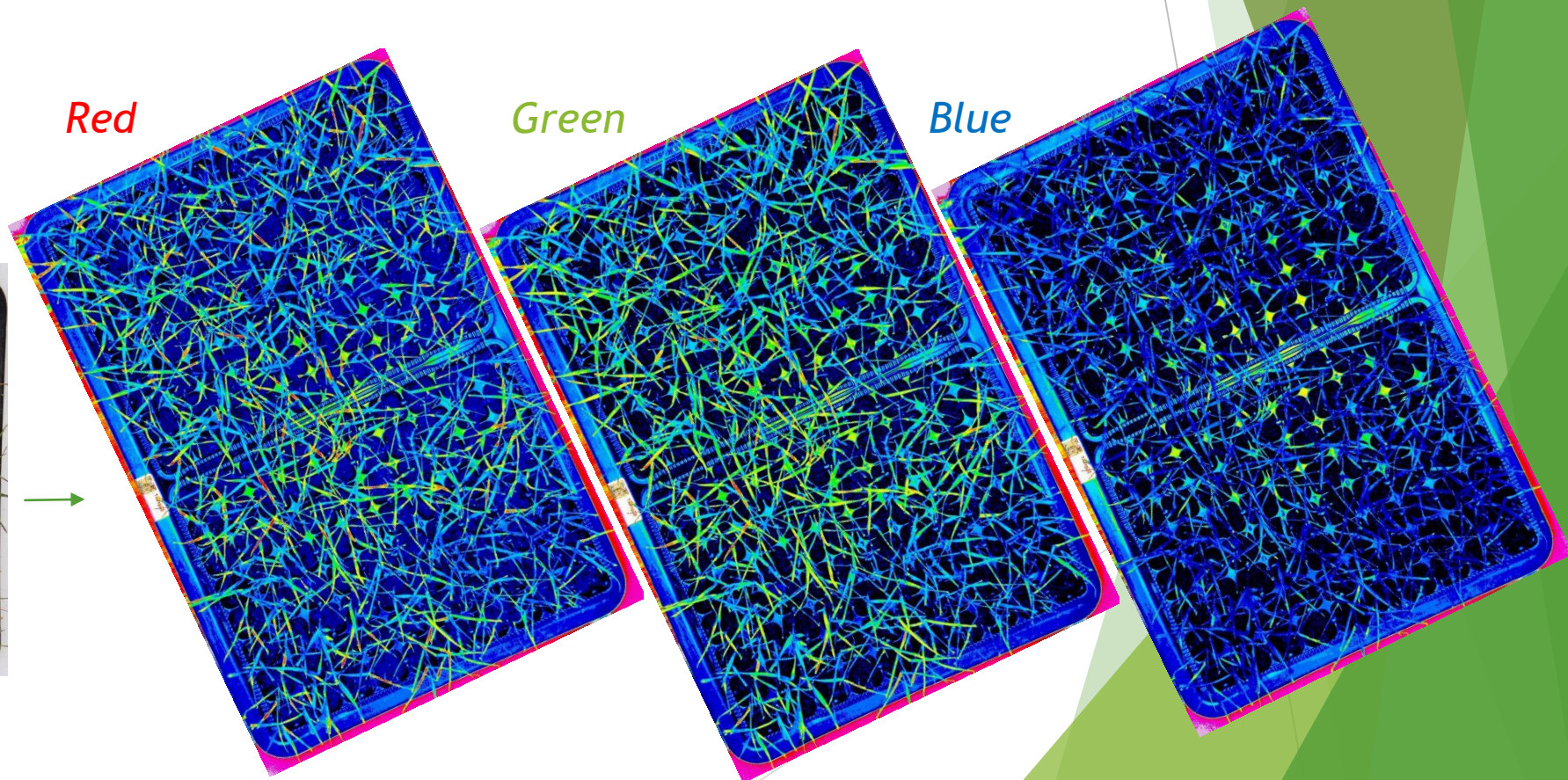
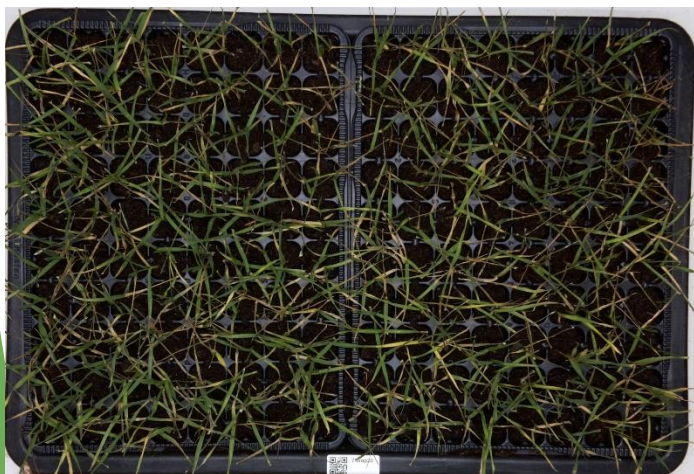
Analýza obrazu z RGB snímání

- Kombinace digitálního snímání a segmentace na základě vlastností jednotlivých pixelů ve třech kanálech
- Cílem je odlišit objekty zájmu na základě toho jak se liší jejich pixely od pixelů okolí



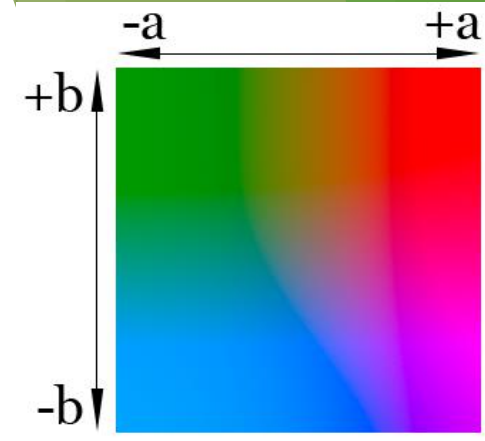
Analýza obrazu z RGB snímání

- Segmentace objektů na základě vlastností jednotlivých pixelů ve třech kanálech



Analýza obrazu z RGB snímání

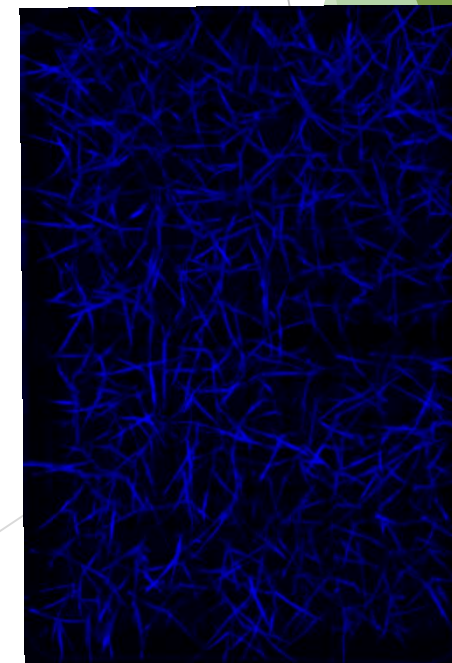
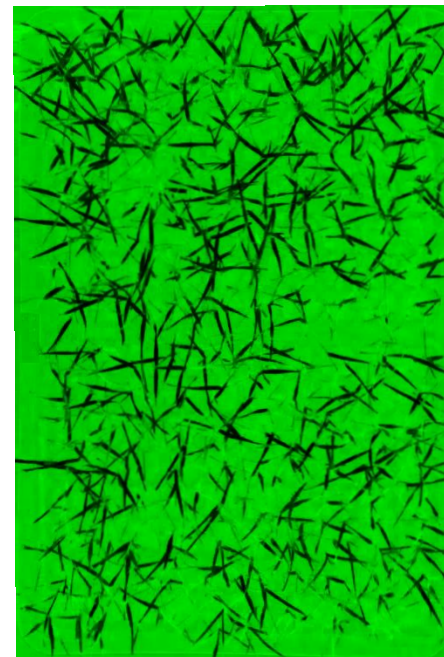
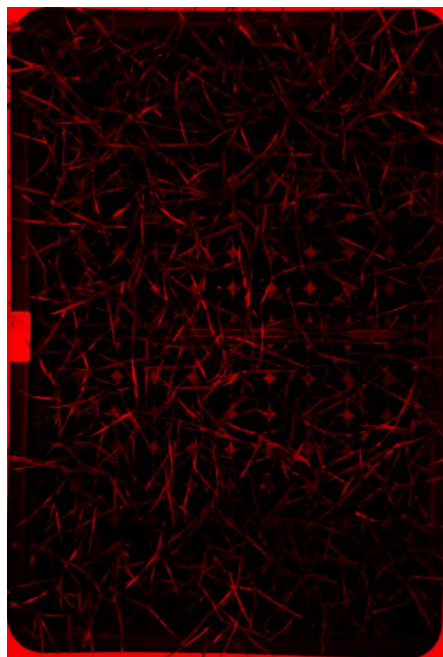
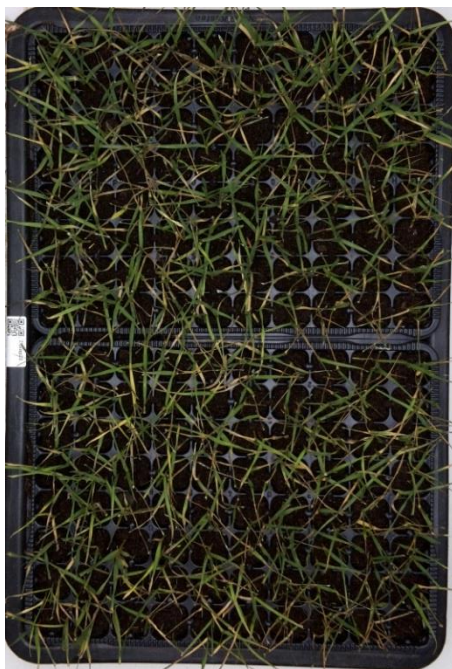
- Kombinace digitálního snímání a segmentace objektů na základě vlastností jednotlivých pixelů ve třech kanálech - převod snímku do prostoru CIE - $L^*a^*b^*$



L^* světelnost

a^* osa zelená červená

b^* osa zelená modrá



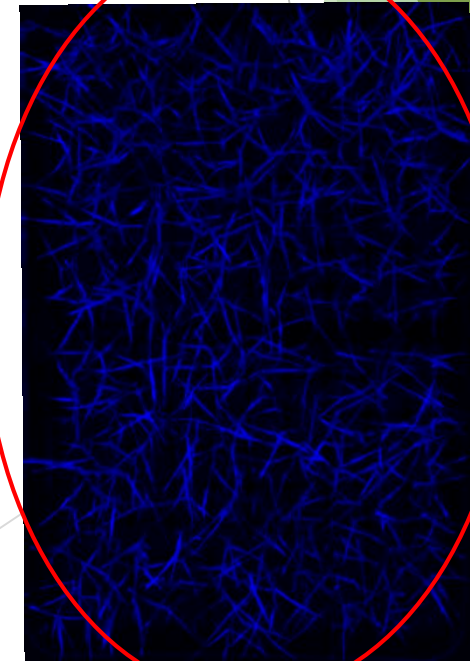
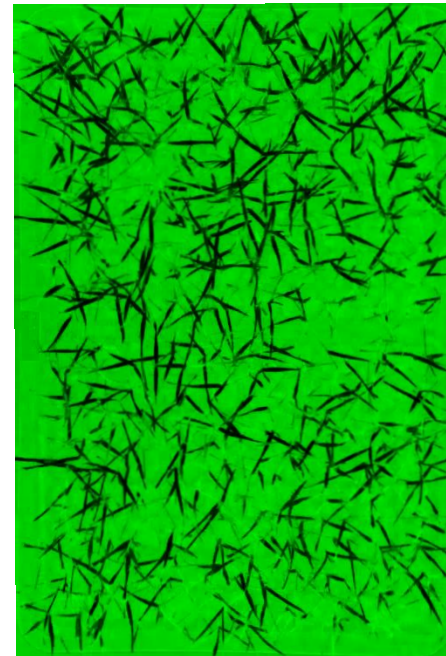
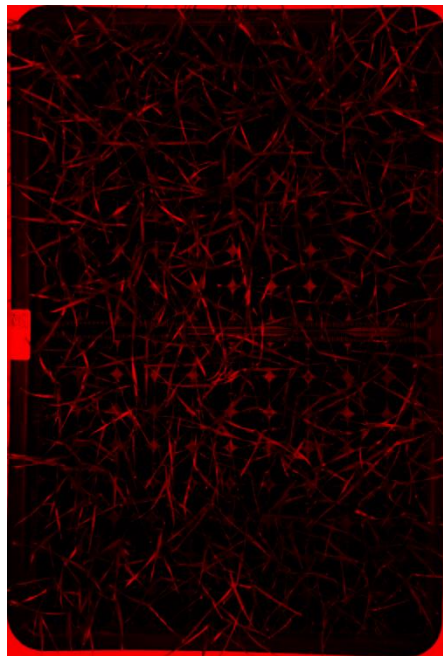
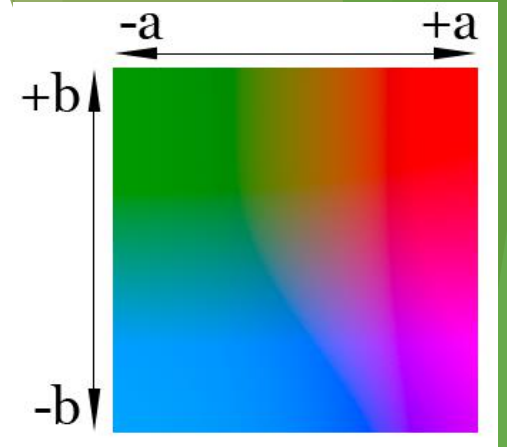
Analýza obrazu z RGB snímání

- Kombinace digitálního snímání a segmentace objektů na základě vlastností jednotlivých pixelů ve třech kanálech - převod snímku do prostoru CIE - $L^*a^*b^*$

L^* světelnost

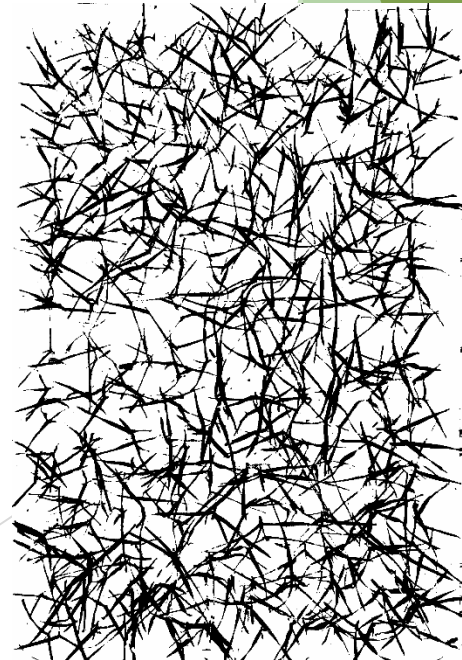
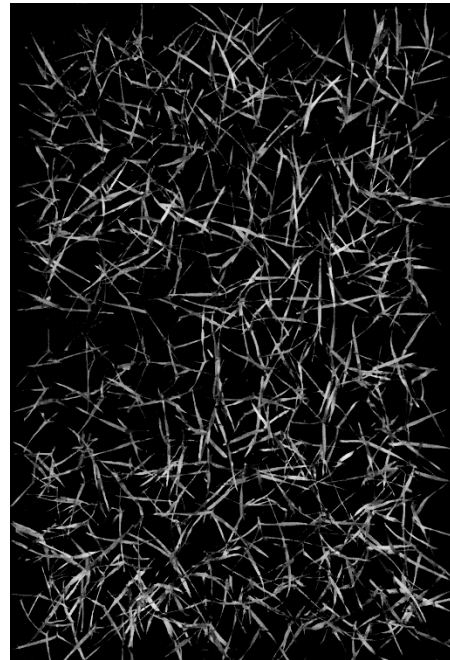
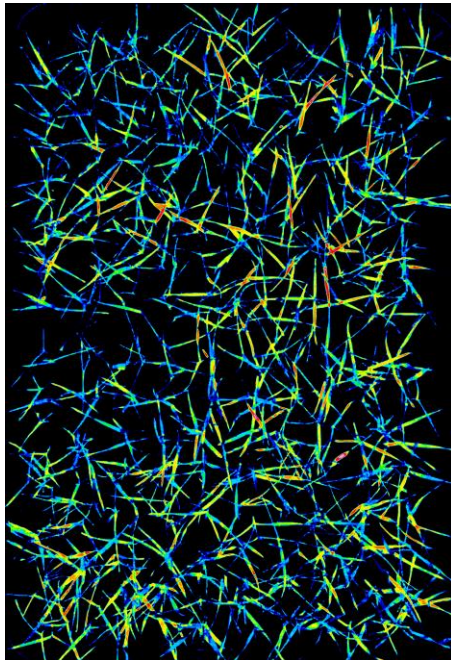
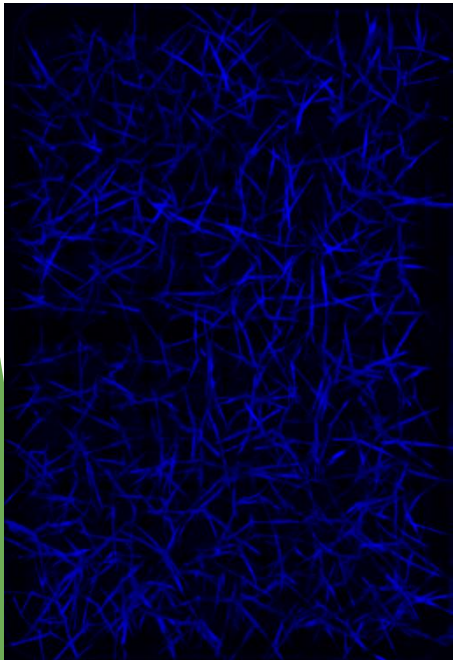
a^* osa zelená červená

b^* osa zelená modrá



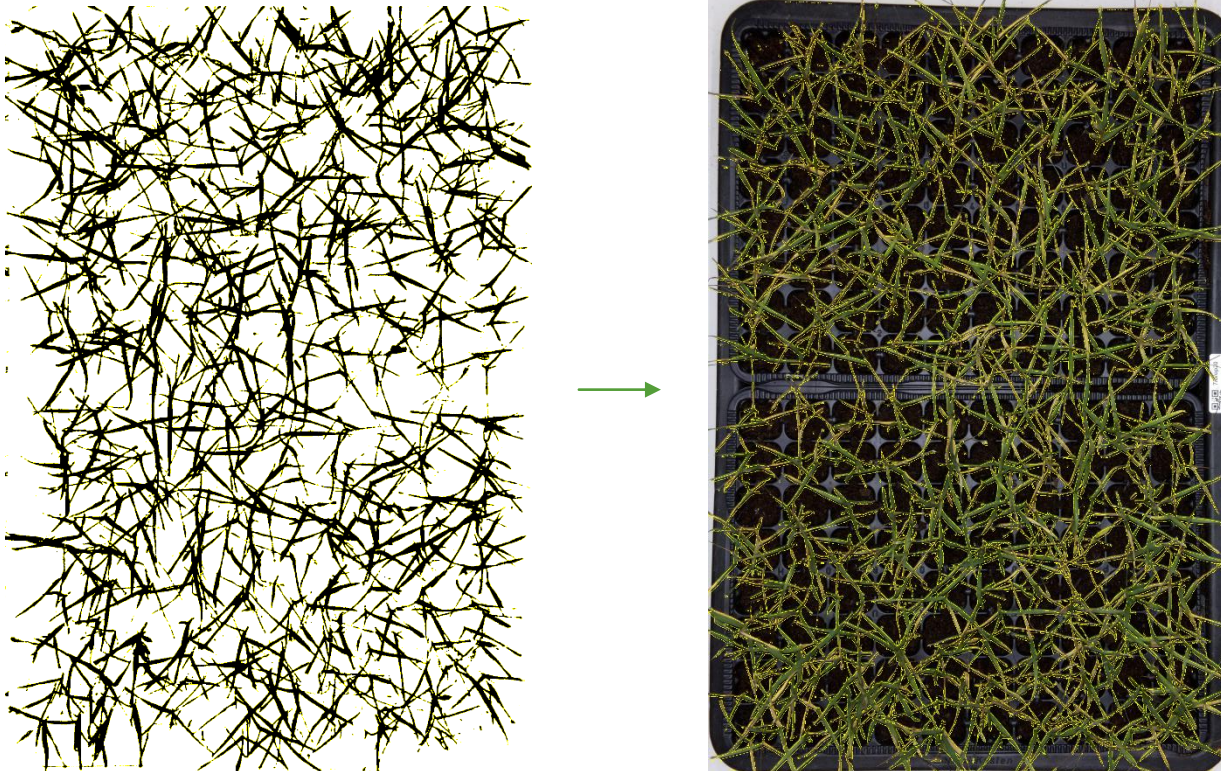
Analýza obrazu z RGB snímání

- ▶ Zpracování v kanále b^*
- ▶ odečet nízkých hodnot = pozadí pixely nepatřící rostlinám
- ▶ zvýraznění lokálního kontrastu
- ▶ Prahování (threshold) a převod na binární snímek
- ▶ Tvorba masky = „obkreslení okrajů objektů (rostlin)“



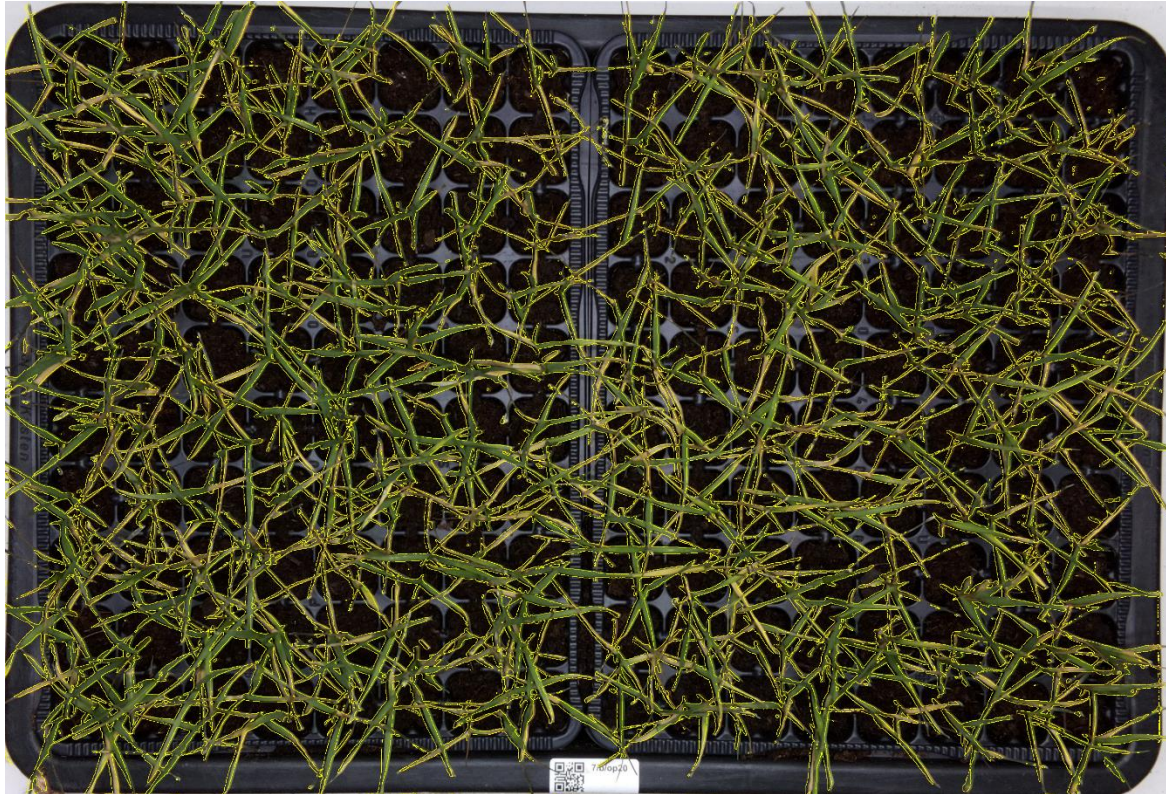
Analýza obrazu z RGB snímání

- ▶ Tvorba masky = „obkreslení okrajů objektů (rostlin)“
- ▶ Projekce masky do původního snímku pro manuální kontrolu výsledku



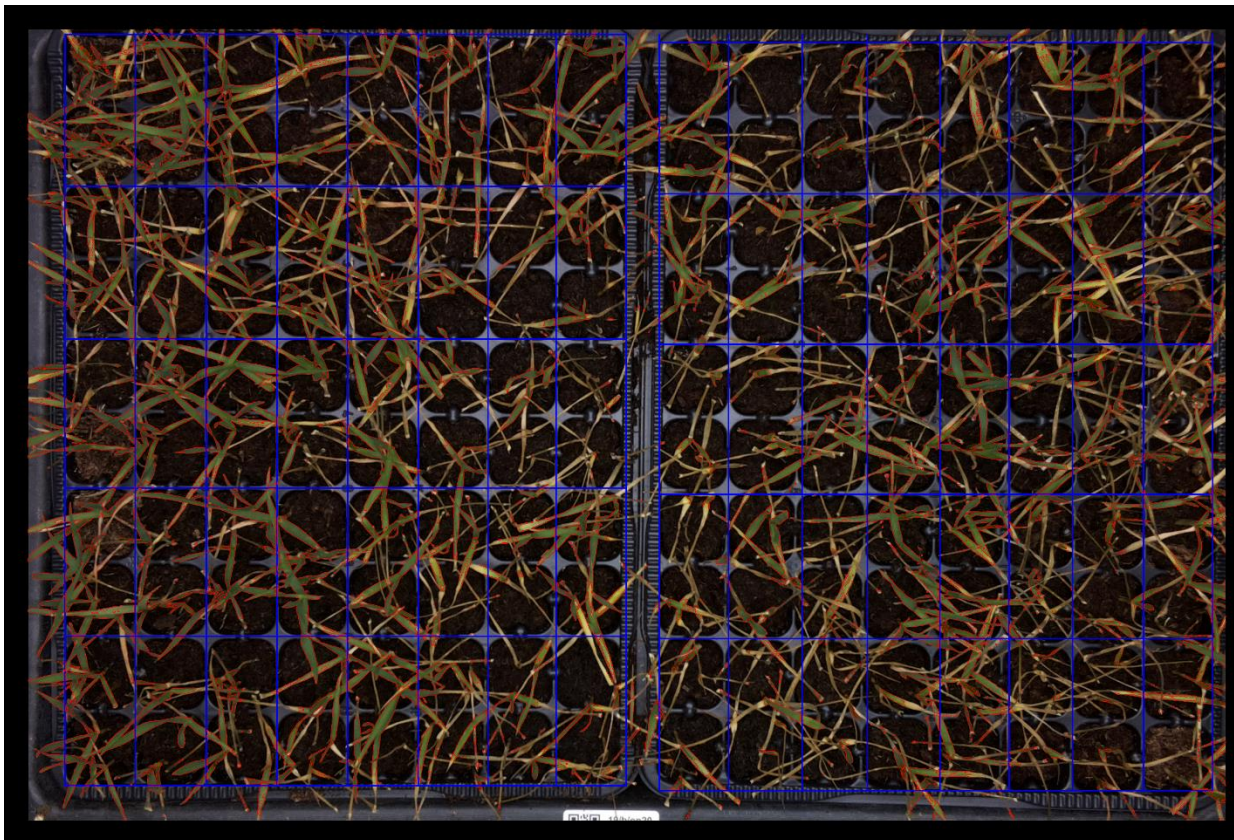
Analýza obrazu z RGB snímání

- Projekce masky do původního snímku pro manuální kontrolu výsledku



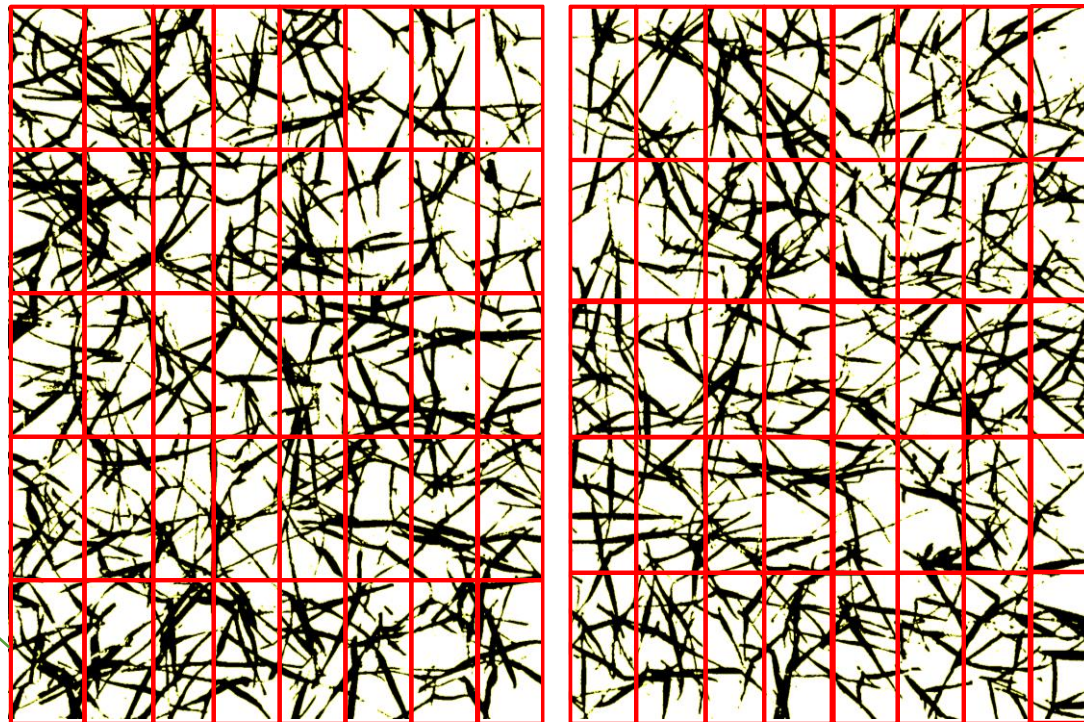
Analýza obrazu z RGB snímání

- ▶ Projekce masky do původního snímku pro manuální kontrolu výsledku
- ▶ Přidání mřížky pro selekci jednotlivých regionů (genotypů)



Analýza obrazu z RGB snímání

- Přidání mříže pro selekci jednotlivých regionů (genotypů)
- Změření počtu pixelů náležejících rostlinám v jednotlivých regionech (dvojjamkách)



Analýza obrazu z RGB snímání

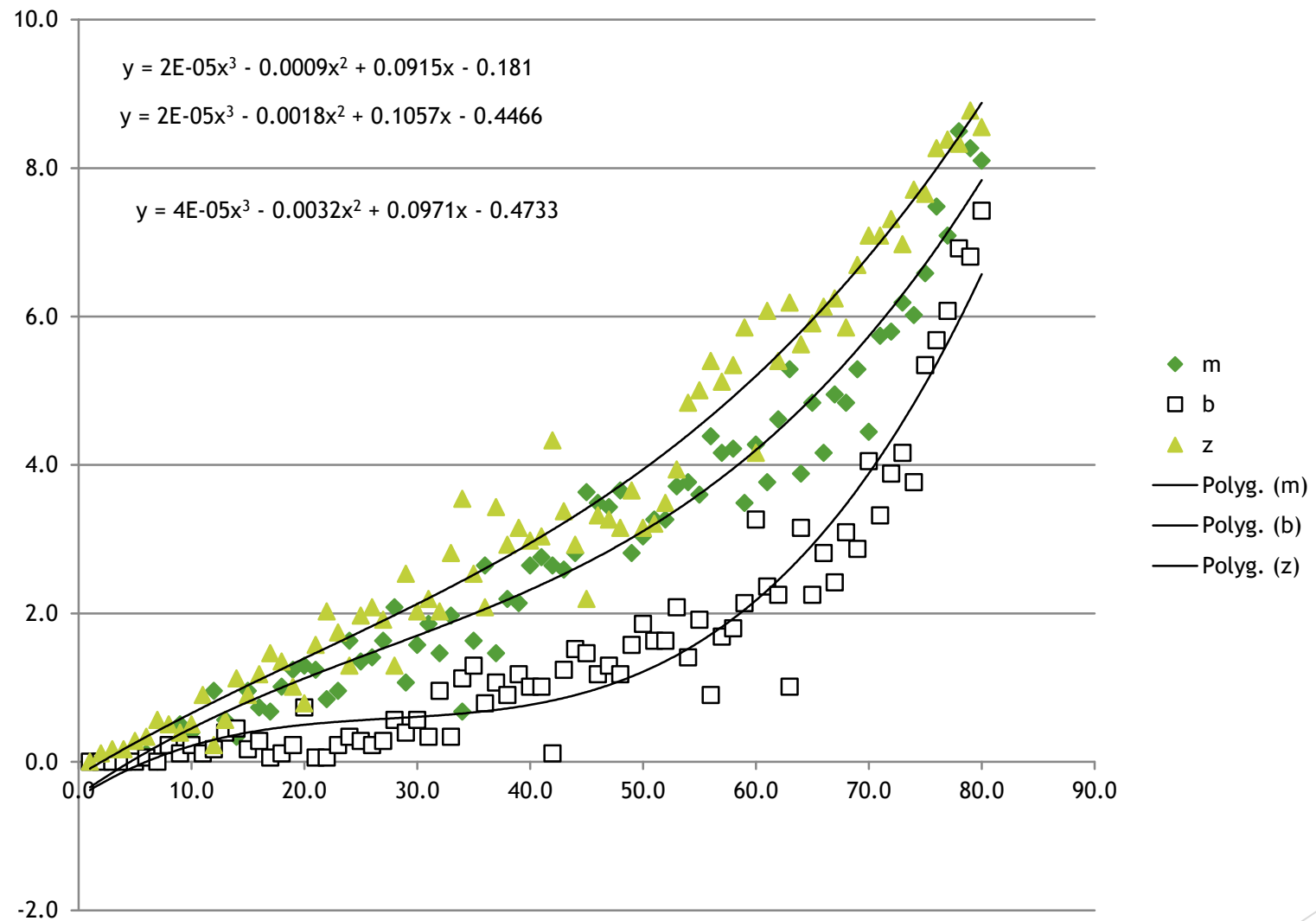
- ▶ Po segmentaci a registraci regionu odpovídající jedné odrůdě, provedeme měření počtu pixelů
- ▶ A = všechny pixely v regionu (bílé i černé) = 48924
- ▶ B = pouze pixely odpovídající rostlinám v regionu (černé) = 18938
- ▶ Výsledný parametr „LAI“ = B/A
- ▶ „LAI“ = 0,387



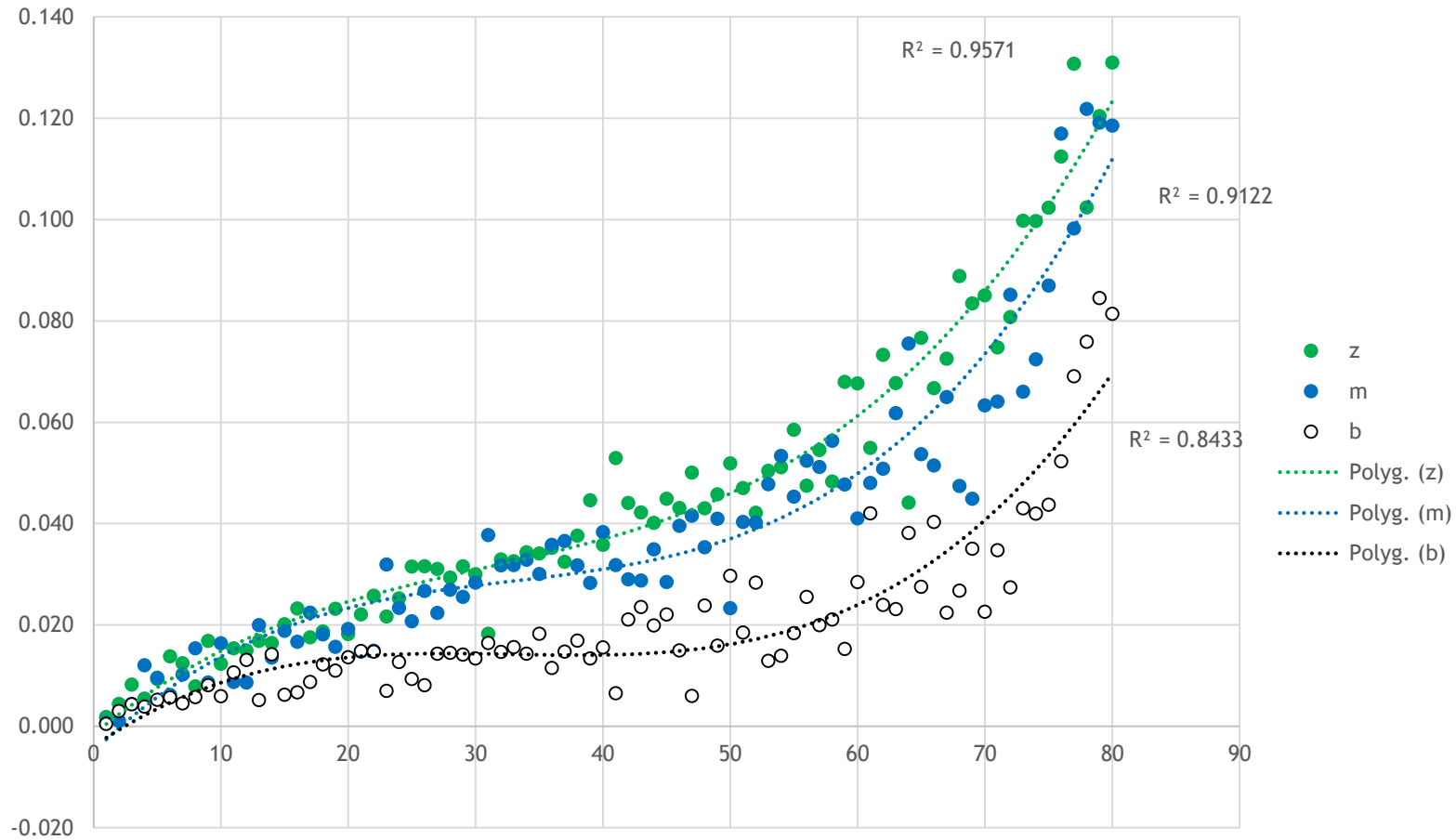
Testování v SELTON Stupice 2019

- ▶ První sezóna testování
- ▶ Testováno 80 genotypů OP v kombinovaném testu mrazuvzdornosti; 8 opakování; 3 zásahové teploty
- ▶ provedeno snímkování v termínech před mrazovým testem, 14 a 21 dní regenerace a vypočtena hodnota LAI (Leaf Area Index)
- ▶ Rostliny byly sestřiženy na 1 nebo 5 cm
- ▶ Srovnání s výsledky symptomatického hodnocení

Výsledky symptomatického hodnocení 2019



Výsledky obrazové analýzy 2019



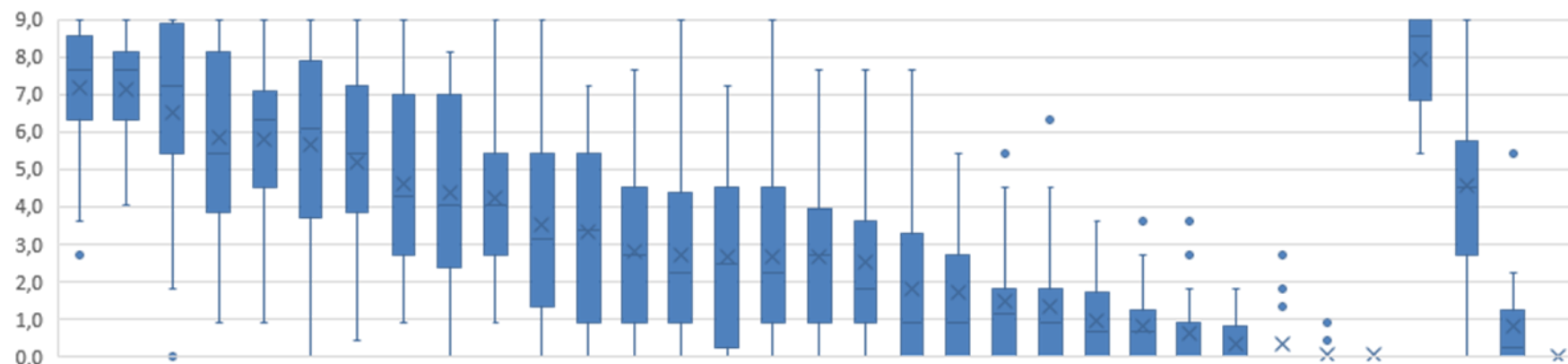
Výsledky obrazové analýzy 2019

Korelace pokusu s odrůdami (80 genotypů; 8 opakování)

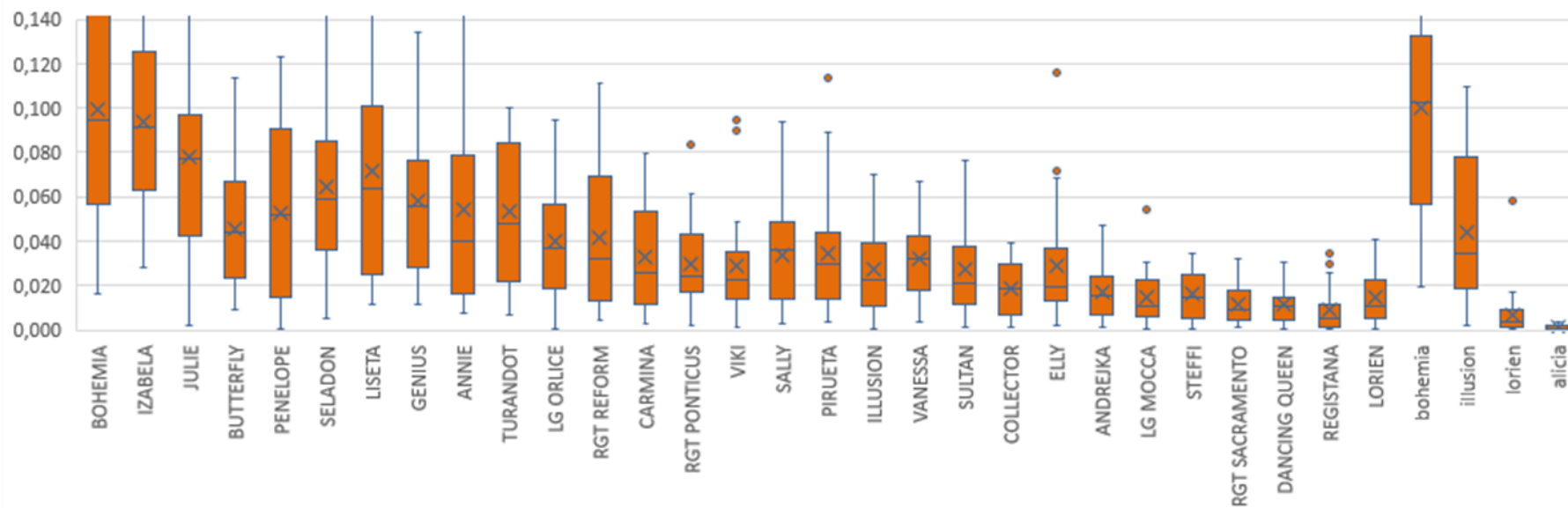
	sh	bio14	bio21
sh	x	x	x
bio14	0,70	x	x
bio21	0,78	0,86	x
biopre	0,14	0,40	0,34

Korelace pokusu s odrůdami (80 genotypů; 8 opakování)

SH vybraných odrůd (8 opak. x 3 zásahové teploty)

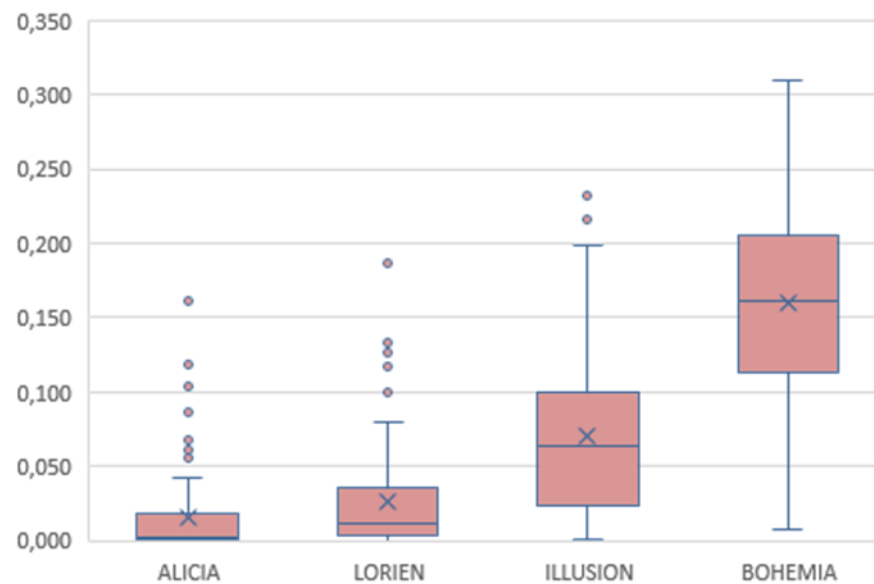
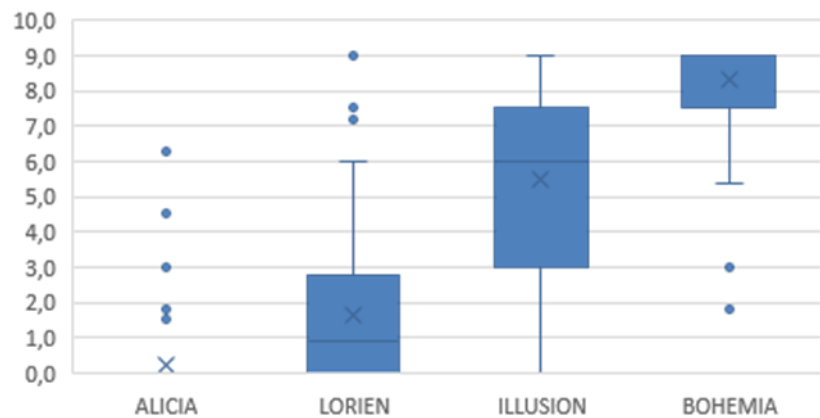


BIO21 vybraných odrůd (8opak. x 3 zásahové teploty)



Výsledky kontrolních odrůd

symptomatické hodnocení kontrol v mrazových testech 2019



Další postup

- Vyhodnocení vlivu překryvů rostlin na přesnost výsledků (větší jamky, separace genotypů)
- Vyhodnocení mrazové tolerance na základě RGB vegetačních indexů (analýza barev)
- Optimalizace doby snímání - omezení nadbytečných kroků
- Srovnání výsledků RGB snímání s analýzou fluorescence chlorofylu

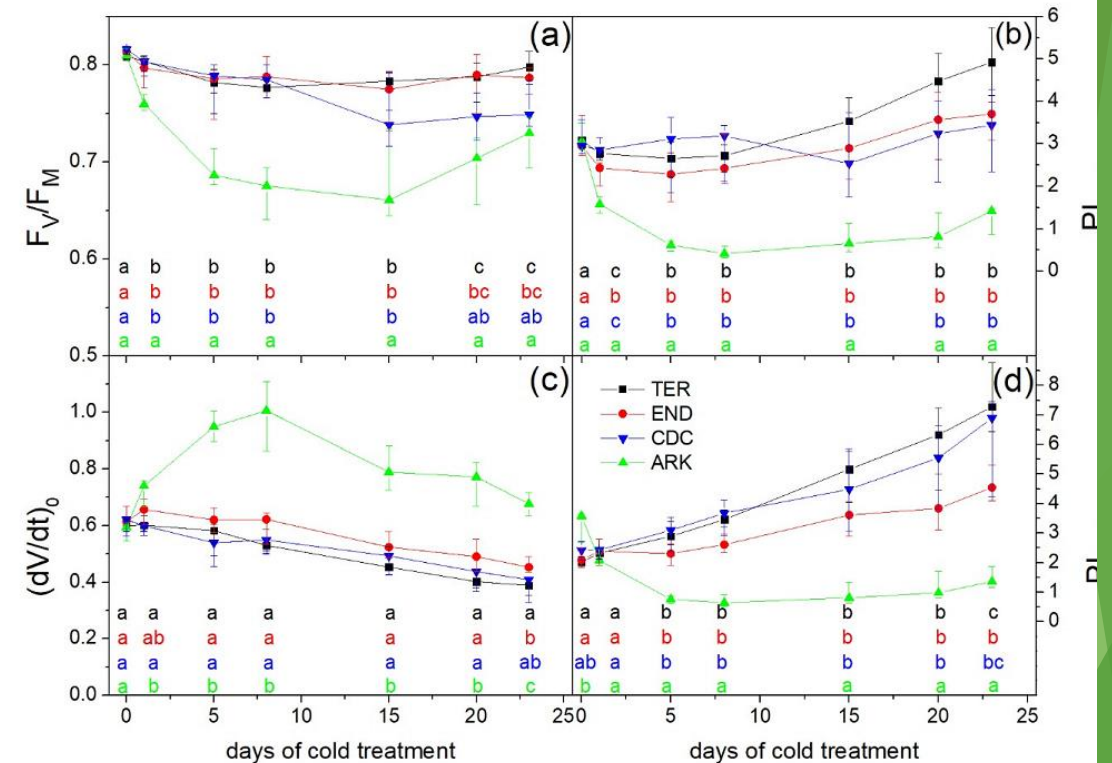


Figure 3. The maximum quantum yield of primary PSII photochemistry in dark-adapted state (F_V/F_M ; **a**); the performance index on an absorption basis (PI_{ABS} ; **b**); the initial slope of the O-J ChlF rise ($(dV/dt)_0$; **c**); and the total performance index on an absorption basis ($PI_{ABS,total}$; **d**) during cold treatment measured on the second leaves/stipules of the pea cultivars Terno (TER), Enduro (END), CDC Le Roy (CDC) and Arkta (ARK). Medians and quartiles are presented. Different letters indicate statistically significant differences among the cultivars on the same day (Holm-Sidak or Tukey tests; $p < 0.05$).

DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST



Jan Humplík
PřF, UP v Olomouci
jan.humplik@upol.cz



Ondřej Veškrna
SELTON Stupice
veskrna@selgen.cz