

Raport de descriere a bazei de conținut imagistic pentru exemplarele de sturioni și biomasa de busuioc (realizare parțială)

Alcătuirea bazei de conținut imagistic pentru biomasa sturionicolă s-a realizat prin colectarea de imagini, timp de 1 lună, din cadrul unităților de creștere din cadrul sistemului recirculant de acvacultură din cadrul UDJG (P1). Astfel, au fost colectate mai multe date (imagini RGB, fișiere numpy și înregistrări bag). Pentru realizarea setului de date cu sturioni, de la fiecare bazin au fost capturate **zilnic** aproximativ 1.000 imagini împreună cu informațiile despre adâncime. Fotografiile au fost colectate atât în perioada cu lumină de observație, cât și în perioada cu lumină de creștere, ulterior colectarea a fost stabilită doar pentru perioada cu lumină de observație. Alcătuirea bazei imagistice pentru biomasa de busuioc a necesitat realizarea unui design experimental specific. Astfel, a fost creat un sistem hidroponic (fig.24) în cadrul căruia s-au simulat condițiile mediale de creștere a plantelor, existente în cadrul sistemului acvaponic nou creat, descris în punctul 1, în actualul raport. S-au conturat 4 variante experimentale, astfel: V1 – varianta cu deficiență de N; V2 – varianta cu deficiență de P; V3 – varianta cu deficiență de Fe și V4 – varianta cu deficient de K. Apa tehnologică pentru creșterea busuiocului a fost constituită din apă distilată și un mix de substanțe chimice creat astfel încât să se asigure deficiențele anterior menționate. Așadar, în varianta V1 s-a introdus o soluție ce conține MgSO_4 (1M), KH_2PO_4 (1M), CaCl_2 (0,5M), Fe chelat EDTA (0,1 M), KCl (1M) și un mix de microelemente format din H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2 ; în varianta V2 s-a introdus o soluție ce conține MgSO_4 (1M), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ (0,5M), Fe chelat EDTA (0,1 M), KCl (1M) și un mix de microelemente format din H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2 ; în varianta V3 s-a introdus o soluție ce conține MgSO_4 (1M), KH_2PO_4 (1M), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ (0,5M), KCl (1M) și un mix de microelemente format din H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2 și în varianta V4 s-a introdus o soluție ce conține MgSO_4 (1M), NaH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ (0,5M), Fe chelat EDTA (0,1 M) și un mix de microelemente (H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2).

Perioada experimentală a durat 52 zile. Modulul imagistic a fost montat la nivelul sistemului hidroponic în vederea realizării bazei imagistice. Setul de date cu imagini de busuioc a fost construit automat prin colectarea zilnică a imaginilor de-a lungul procesului de creștere al plantelor. Pentru fiecare variantă experimentală au fost captate imagini de la camerele Raspberry, respectiv camerele Intel RealSense și extrase informațiile despre adâncime (utile pentru calcularea înălțimii și a suprafeței plantelor). Pe parcursul construirii

setului de date au fost colectate atât imagini cu lumină de observație (albă), cât și imagini cu lumină de creștere (mov). În urma experimentelor s-a observat că în cazul plantelor este mult mai indicată lumina de observație decât cea de creștere. Din acest motiv, setul de date final a fost construit doar cu imagini colectate în perioada cu lumină de observație. Setul de date cu frunze, alcătuit din exemplare sănătoase și bolnave, a fost construit manual prin tăierea și fotografierea frunzelor așezate pe o coală de hârtie. Pentru fiecare variantă au fost selectate frunze cu deficiențe și frunze normale care au fost ulterior așezate față-verso pe hârtie și fotografiate. Imaginile rezultate au fost trecute printr-un proces manual de prelucrare care a implicat rotirea și decuparea imaginilor pentru a le aduce la o formă unitară.

Pentru adnotarea setului de date rezultat au fost testate mai multe instrumente: CVAT, LabelImg și LabelMe. Dintre cele amintite a fost selectat LabelMe cu ajutorul căruia au fost adnotate manual seturile de date rezultate, proces necesar antrenării rețelelor neuronale. Fiecare zonă de interes a fost încadrată într-un poligon și asignată unei etichete. Pentru detectare pești a rezultat un subset de date cu o singură clasă (fish) în care a fost adnotat fiecare sturion prezent în regiunea de interes (zona dintre plexiglas și marginea bazinului) (fig. 25). Pentru detectarea plantelor de busuioc a rezultat un subset de date cu o singură clasă (plant) în care sunt adnotate plantele întregi (fig. 25). Pentru detectarea frunzelor sau a zonelor bolnave a rezultat un subset de date format din zece clase, în care sunt adnotate frunze bolnave și sănătoase, respectiv zone bolnave și sănătoase (leaf-v1, leaf-v2, leaf-v3, leaf-v4, leaf-normal, area-v1, area-v2, area-v3, area-v4, area-normal) (fig. 25). La final, cu ajutorul unui script, fișierele rezultate în urma adnotării au fost convertite în format COCO, un format standard pentru segmentarea instanțelor (instances segmentation), care conține informații despre imagini și poligoanele aferente fiecărui obiect (pește, plantă, frunză, regiune).



Fig. 24. Sistem hidroponic (vedere exterior, interior, unitate hidroponic, răsaduri transplantate în unități hidroponice și biomasă de busuioc obținută în condiții hidroponice)

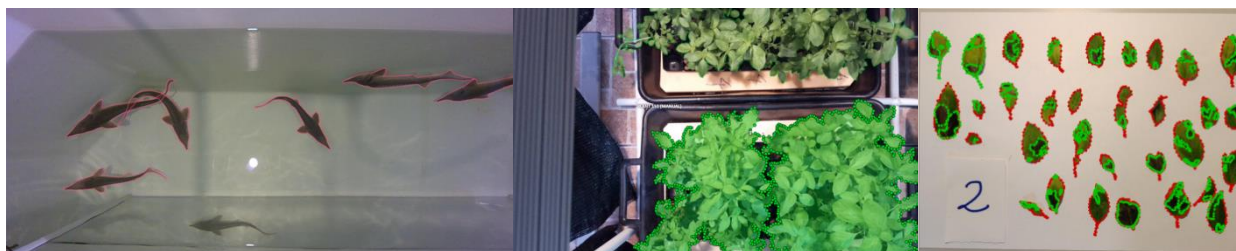


Fig. 25. Adnotarea setului de date cu pești, plante și frunze

În urma măsurătorilor biometrice a rezultat faptul că varianta experimentală de busuioc în cadrul căreia s-au indus deficiențele de N a consemnat un procent de 82% din suprafața foliară ca fiind compus din frunze cu deficiențe vizibile/vizibil afectate, în timp ce varianta cu deficiență de Fe a consemnat un procent mai mare (84,08%), urmată fiind de varianta cu deficiență de P (89,37%). Deficiența indusă de K a afectat 74,17% din suprafața foliară a busuiocului. De asemenea, biomasa de busuioc rezultată la nivelul variantei asupra căreia a fost indusă deficiența de K a consemnat cea mai mare lungime medie a părții aeriene ($65,03 \pm 18,07$ cm/plantă), fiind urmată de varianta experimentală cu deficiență de N ($59,75 \pm 21,5$ cm/plantă), Fe ($57,38 \pm 18,92$ cm/plantă) și P ($45,38 \pm 13,54$ cm/plantă) (fig. 26).

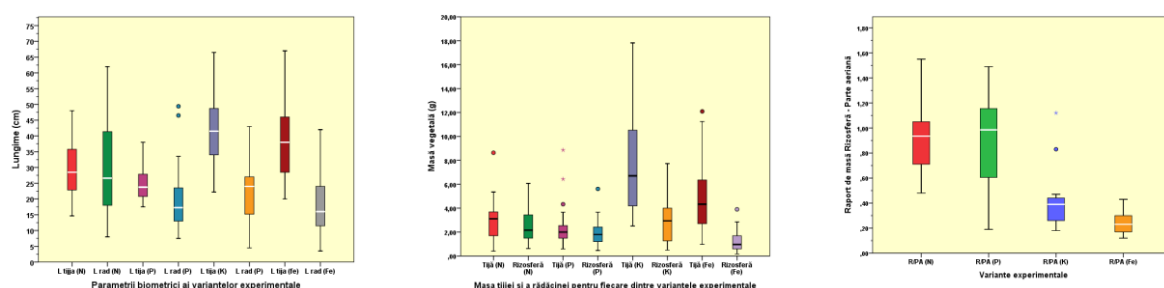


Fig. 26. Lungimea părții aeriene, masa individuală și raportul de masă rădăcină/suprafață foliară pentru biomasa de busuioc crescută în condiții hidropoionice, cu deficiențe induse de N, P, K și Fe

De asemenea, plantele cu deficiență de K au înregistrat cea mai bună creștere, comparativ cu celelalte trei variante experimentale, consemnând o masă medie de $11,10 \pm 6,46$ g, fiind urmate de cele obținute în cadrul variantei cu deficiență indusă de Fe ($6,03 \pm 3,71$ g/plantă), N ($5,68 \pm 3,21$ g/plantă) și P ($4,49 \pm 2,51$ g/plantă) (fig. 26). Raportul de masă rădăcină/suprafață foliară (R/S) reprezintă un indicator al gradului de sănătate a plantei (Petrea et al., 2013). La sfârșitul perioadei experimentale a avut loc separarea rădăcinii de restul plantei pentru a consemna masa individuală a fiecăreia, având drept scop calculul raportului de masă rădăcină/suprafață foliară (R/S). Astfel, valorile mai ridicate a raportului, consemnate în cadrul variantelor cu deficiență de N și P (fig. 26), indică o stare de sănătate mai bună a

busuiocului obținut în cadrul acestor variante, comparativ cu busuiocul obținut în variantele cu deficiență de K și Fe.

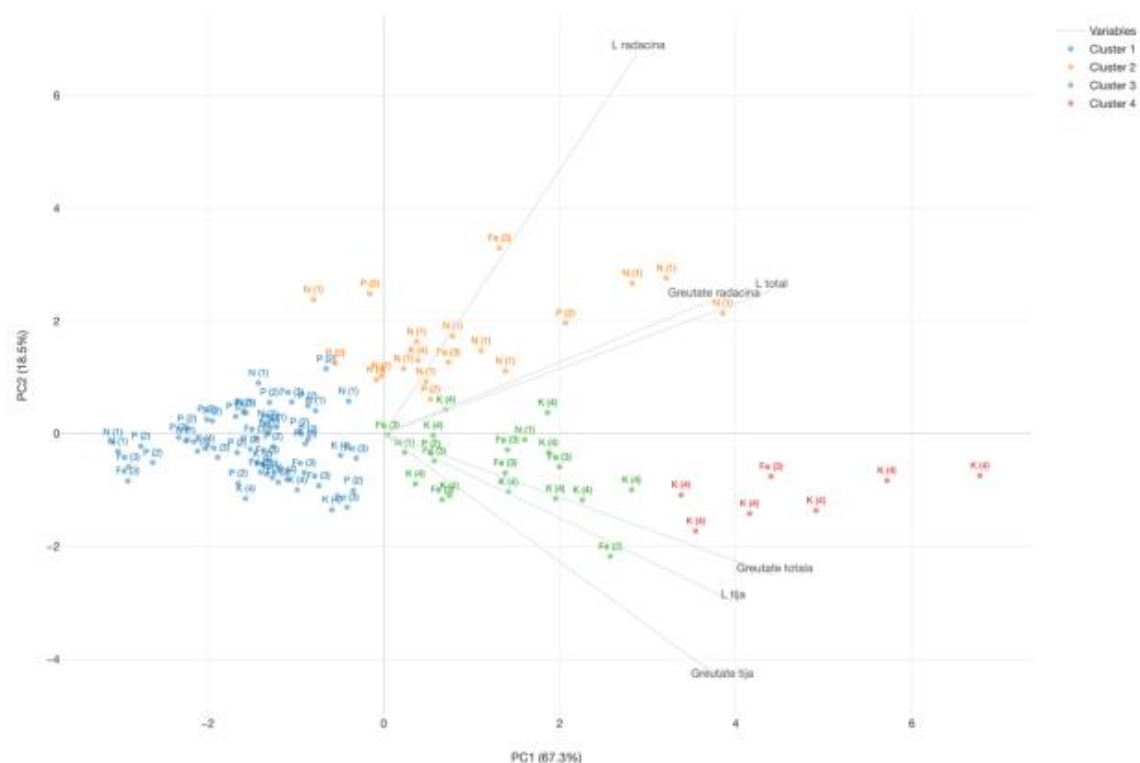


Fig. 27. Clusterele identificate pe baza datelor de biometrie și creștere provenite de la cele 4 variante experimentale

Datele de creștere consemnate vor ajuta la identificarea unor posibile deficiențe la nivelul biomasei de busuioc, crescută în cadrul unui sistem integrat de producție, în condiții acvaponice, atunci când tehnica de detectare a frunzelor sau zonelor afectate nu asigură rezultate satisfăcătoare. Acest lucru este posibil a fi realizat întrucât în urma împărțirii datelor ce conțin analize biometrice și de determinare a biomasei, s-au identificat un număr de 4 clustere, 3 dintre acestea având o componentă relativ dominantă și anume: cluster 2 – varianta cu deficiență de N și cea cu deficiență de P; cluster 3 - varianta cu deficiență de K și cea cu deficiență de Fe; cluster 4 – varianta cu deficiență de K (fig.27).