

翘嘴鲌对不同光谱的趋向行为与生理适应性研究

朱庭耀，姜建湖，孙守向，高令梅，杨必成，郭建林*，张海琪*

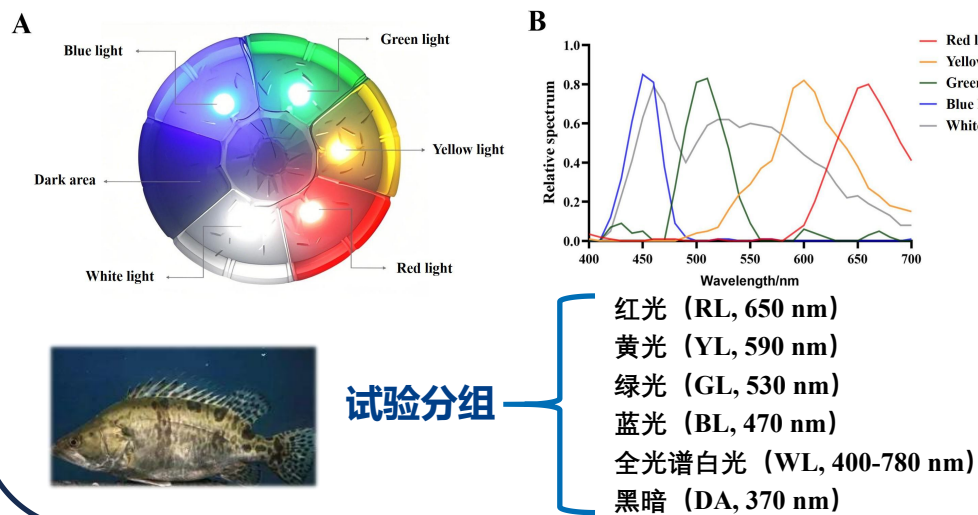
浙江省淡水水产研究所 农业农村部淡水渔业健康养殖重点实验室 浙江 湖州 313000



研究背景及意义

在集约化养殖环境下，光照管理缺乏科学调控，常导致翘嘴鲌出现慢性应激反应加剧、摄食节律紊乱、代谢性肝病高发及免疫力下降等问题，严重制约产业的可持续发展。目前，由于翘嘴鲌光谱适应机制缺乏系统研究，限制了养殖环境中光调控技术的精准应用。因此，本研究基于LED可调光源系统，综合应用行为学与生理学方法，测定翘嘴鲌对不同光谱的趋向性响应及相关生理指标变化，以期为翘嘴鲌养殖的光环境优化提供科学依据，推动鲈鱼养殖从传统经验模式向数据驱动的智能化管理转型。

实验设计



实验结果

1. 翘嘴鲌对红光和黄光表现出更强的趋向性

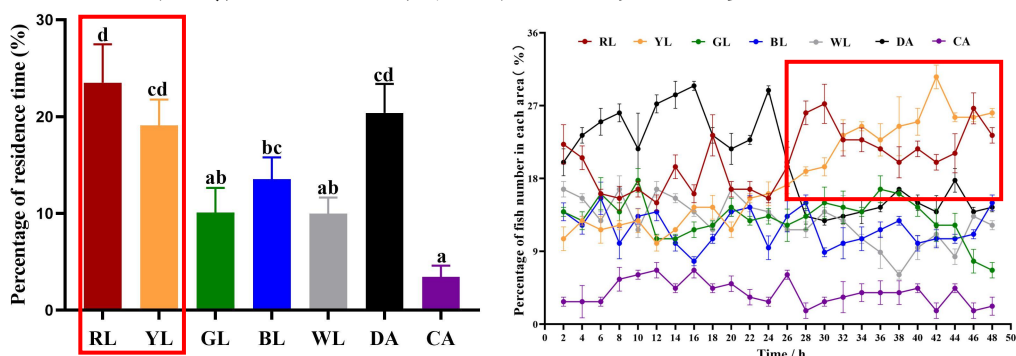


图1 翘嘴鲌个体及群体对光谱的趋向行为特性分析

2. 红光引起翘嘴鲌较高的应激反应

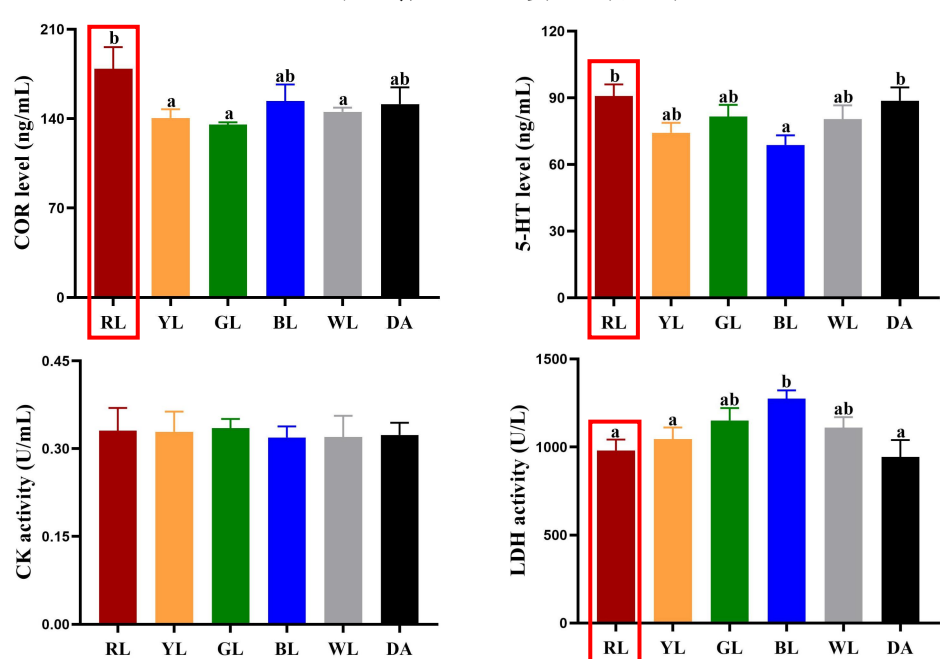


图2 不同光谱下翘嘴鲌血清生化指标变化

3. 黄光提升翘嘴鲌的抗氧化能力

表1 不同光谱下翘嘴鲌抗氧化能力变化

Parameters	Groups	RL	YL	GL	BL	WL	DA
T-AOC (U mg ⁻¹ prot)		0.68 ± 0.09 ^a	3.44 ± 0.50 ^b	0.69 ± 0.05 ^a	0.62 ± 0.11 ^a	0.61 ± 0.05 ^a	0.54 ± 0.07 ^a
CAT (U mg ⁻¹ prot)		1.45 ± 0.10	1.29 ± 0.05	1.40 ± 0.08	1.38 ± 0.10	1.35 ± 0.07	1.31 ± 0.05
MDA (nmol mg ⁻¹ prot)		1.13 ± 0.11 ^{ab}	1.00 ± 0.09 ^a	1.49 ± 0.19 ^b	1.32 ± 0.14 ^{ab}	1.14 ± 0.11 ^{ab}	1.16 ± 0.09 ^{ab}
T-SOD (U mg ⁻¹ prot)		6.67 ± 0.42	6.24 ± 0.26	7.08 ± 0.40	6.75 ± 0.40	7.33 ± 0.36	6.65 ± 0.27

4. 不同光谱下视网膜结构变化

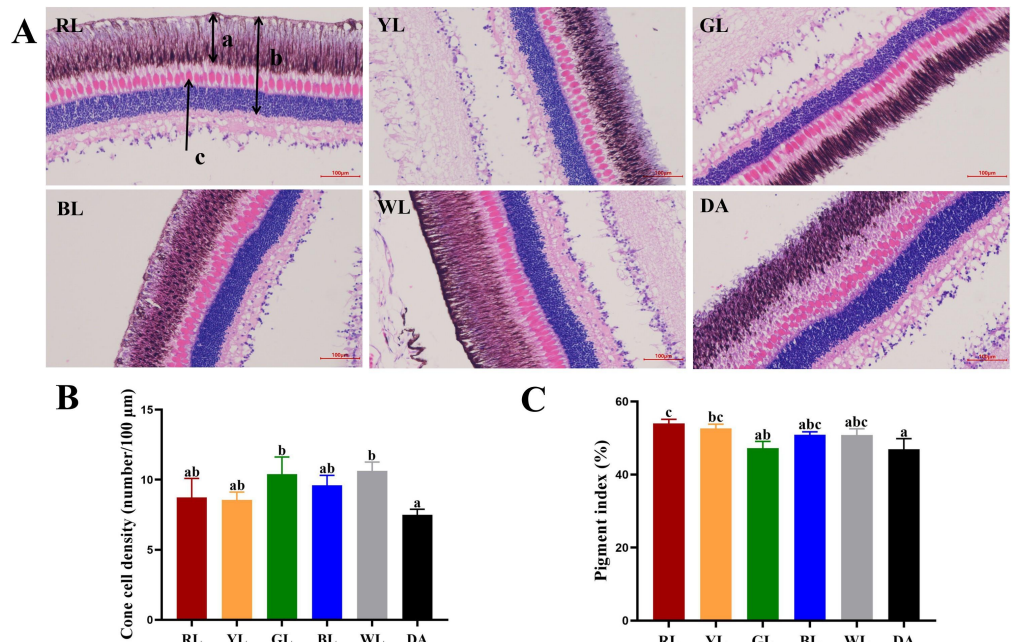


图3 不同光谱下视网膜结构变化。(A) 眼球HE切片；(B) 视锥细胞密度；(C) 色素指数

5. 差异基因表达分析

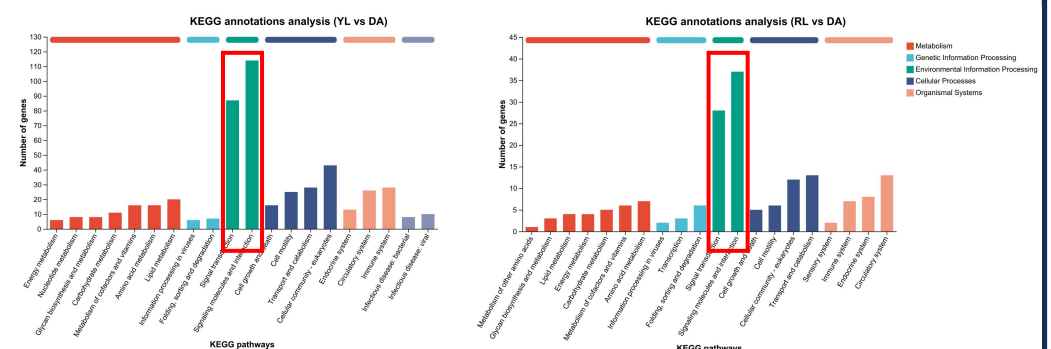


图4 KEGG 注释分析

6. KEGG通路富集分析

表2 KEGG 富集分析统计 (YL vs DA)

No.	Pathway description	Gene number	Gene name
1	Neuroactive ligand-receptor interaction	60	adrb2, adrb2a, adrb2b, adrb2c, adrb2d, adrb2e, adrb2f, adrb2g, adrb2h, adrb2i, adrb2j, adrb2k, adrb2l, adrb2m, adrb2n, adrb2o, adrb2p, adrb2q, adrb2r, adrb2s, adrb2t, adrb2u, adrb2v, adrb2w, adrb2x, adrb2y, adrb2z, adrb2aa, adrb2ab, adrb2ac, adrb2ad, adrb2ae, adrb2af, adrb2ag, adrb2ah, adrb2ai, adrb2aj, adrb2ak, adrb2al, adrb2am, adrb2an, adrb2ao, adrb2ap, adrb2aq, adrb2ar, adrb2as, adrb2at, adrb2au, adrb2av, adrb2aw, adrb2ax, adrb2ay, adrb2az, adrb2ba, adrb2bb, adrb2bc, adrb2bd, adrb2be, adrb2bf, adrb2bg, adrb2bh, adrb2bi, adrb2bj, adrb2bk, adrb2bl, adrb2bm, adrb2bn, adrb2bo, adrb2bp, adrb2bq, adrb2br, adrb2bs, adrb2bt, adrb2bu, adrb2bv, adrb2bw, adrb2bx, adrb2by, adrb2bz, adrb2ca, adrb2cb, adrb2cc, adrb2cd, adrb2ce, adrb2cf, adrb2cg, adrb2ch, adrb2ci, adrb2cj, adrb2ck, adrb2cl, adrb2cm, adrb2cn, adrb2co, adrb2cp, adrb2cq, adrb2cr, adrb2cs, adrb2ct, adrb2cu, adrb2cv, adrb2cw, adrb2cx, adrb2cy, adrb2cz, adrb2da, adrb2db, adrb2dc, adrb2dd, adrb2de, adrb2df, adrb2dg, adrb2dh, adrb2di, adrb2dj, adrb2dk, adrb2dl, adrb2dm, adrb2dn, adrb2do, adrb2dp, adrb2dq, adrb2dr, adrb2ds, adrb2dt, adrb2du, adrb2dv, adrb2dw, adrb2dx, adrb2dy, adrb2dz, adrb2ea, adrb2eb, adrb2ec, adrb2ed, adrb2ee, adrb2ef, adrb2eg, adrb2eh, adrb2ei, adrb2ej, adrb2ek, adrb2el, adrb2em, adrb2en, adrb2eo, adrb2ep, adrb2eq, adrb2er, adrb2es, adrb2et, adrb2eu, adrb2ev, adrb2ew, adrb2ex, adrb2ey, adrb2ez, adrb2fa, adrb2fb, adrb2fc, adrb2fd, adrb2fe, adrb2ff, adrb2fg, adrb2fh, adrb2fi, adrb2fj, adrb2fk, adrb2fl, adrb2fm, adrb2fn, adrb2fo, adrb2fp, adrb2fq, adrb2fr, adrb2fs, adrb2ft, adrb2fu, adrb2fv, adrb2fw, adrb2fx, adrb2fy, adrb2fz, adrb2ga, adrb2gb, adrb2gc, adrb2gd, adrb2ge, adrb2gf, adrb2gg, adrb2gh, adrb2gi, adrb2gj, adrb2gk, adrb2gl, adrb2gm, adrb2gn, adrb2go, adrb2gp, adrb2gq, adrb2gr, adrb2gs, adrb2gt, adrb2gu, adrb2gv, adrb2gw, adrb2gx, adrb2gy, adrb2gz, adrb2ha, adrb2hb, adrb2hc, adrb2hd, adrb2he, adrb2hf, adrb2hg, adrb2hi, adrb2hj, adrb2hk, adrb2hl, adrb2hm, adrb2hn, adrb2ho, adrb2hp, adrb2hq, adrb2hr, adrb2hs, adrb2ht, adrb2hu, adrb2hv, adrb2hw, adrb2hx, adrb2hy, adrb2hz, adrb2ia, adrb2ib, adrb2ic, adrb2id, adrb2ie, adrb2if, adrb2ig, adrb2ih, adrb2ii, adrb2ij, adrb2ik, adrb2il, adrb2im, adrb2in, adrb2io, adrb2ip, adrb2iq, adrb2ir, adrb2is, adrb2it, adrb2iu, adrb2iv, adrb2iw, adrb2ix, adrb2iy, adrb2iz, adrb2ja, adrb2jb, adrb2jc, adrb2jd, adrb2je, adrb2jf, adrb2jg, adrb2jh, adrb2ji, adrb2jj, adrb2jk, adrb2jl, adrb2jm, adrb2jn, adrb2jo, adrb2jp, adrb2jq, adrb2jr, adrb2js, adrb2jt, adrb2ju, adrb2jv, adrb2jw, adrb2jx, adrb2jy, adrb2jz, adrb2ka, adrb2kb, adrb2kc, adrb2kd, adrb2ke, adrb2kf, adrb2kg, adrb2kh, adrb2ki, adrb2kj, adrb2kk, adrb2kl, adrb2km, adrb2kn, adrb2ko, adrb2kp, adrb2kq, adrb2kr, adrb2ks, adrb2kt, adrb2ku, adrb2kv, adrb2kw, adrb2kx, adrb2ky, adrb2kz, adrb2la, adrb2lb, adrb2lc, adrb2ld, adrb2le, adrb2lf, adrb2lg, adrb2lh, adrb2li, adrb2lj, adrb2lk, adrb2ll, adrb2lm, adrb2ln, adrb2lo, adrb2lp, adrb2lq, adrb2lr, adrb2ls, adrb2lt, adrb2lu, adrb2lv, adrb2lw, adrb2lx, adrb2ly, adrb2lz, adrb2ma, adrb2mb, adrb2mc, adrb2md, adrb2me, adrb2mf, adrb2mg, adrb2mh, adrb2mi, adrb2mj, adrb2mk, adrb2ml, adrb2mm, adrb2mn, adrb2mo, adrb2mp, adrb2mq, adrb2mr, adrb2ms, adrb2mt, adrb2mu, adrb2mv, adrb2mw, adrb2mx, adrb2my, adrb2mz, adrb2na, adrb2nb, adrb2nc, adrb2nd, adrb2ne, adrb2nf, adrb2ng, adrb2nh, adrb2ni, adrb2nj, adrb2nk, adrb2nl, adrb2nm, adrb2nn, adrb2no, adrb2np, adrb2nq, adrb2nr, adrb2ns, adrb2nt, adrb2nu, adrb2nv, adrb2nw, adrb2nx, adrb2ny, adrb2nz, adrb2oa, adrb2ob, adrb2oc, adrb2od, adrb2oe, adrb2of, adrb2og, adrb2oh, adrb2oi, adrb2oj, adrb2ok, adrb2ol, adrb2om, adrb2on, adrb2oo, adrb2op, adrb2oq, adrb2or, adrb2os, adrb2ot, adrb2ou, adrb2ov, adrb2ow, adrb2ox, adrb2oy, adrb2oz, adrb2pa, adrb2pb, adrb2pc, adrb2pd, adrb2pe, adrb2pf, adrb2pg, adrb2ph, adrb2pi, adrb2pj, adrb2pk, adrb2pl, adrb2pm, adrb2pn, adrb2po, adrb2pp, adrb2pq, adrb2pr, adrb2ps, adrb2pt, adrb2pu, adrb2pv, adrb2pw, adrb2px, adrb2py, adrb2pz, adrb2qa, adrb2qb, adrb2qc, adrb2qd, adrb2qe, adrb2qf, adrb2qg, adrb2qh, adrb2qi, adrb2qj, adrb2qk, adrb2ql, adrb2qm, adrb2qn, adrb2qo, adrb2qp, adrb2qq, adrb2qr, adrb2qs, adrb2qt, adrb2qu, adrb2qv, adrb2qw, adrb2qx, adrb2qy, adrb2qz, adrb2ra, adrb2rb, adrb2rc, adrb2rd, adrb2re, adrb2rf, adrb2rg, adrb2rh, adrb2ri, adrb2rj, adrb2rk, adrb2rl, adrb2rm, adrb2rn, adrb2ro, adrb2rp, adrb2rq, adrb2rr, adrb2rs, adrb2rt, adrb2ru, adrb2rv, adrb2rw, adrb2rx, adrb2ry, adrb2rz, adrb2sa, adrb2sb, adrb2sc, adrb2sd, adrb2se, adrb2sf, adrb2sg, adrb2sh, adrb2si, adrb2sj, adrb2sk, adrb2sl, adrb2sm, adrb2sn, adrb2so, adrb2sp, adrb2sq, adrb2sr, adrb2ss, adrb2st, adrb2su, adrb2sv, adrb2sw, adrb2sx, adrb2sy, adrb2sz, adrb2ta, adrb2tb, adrb2tc, adrb2td, adrb2te, adrb2tf, adrb2tg, adrb2th, adrb2ti, adrb2tj, adrb2tk, adrb2tl, adrb2tm, adrb2tn, adrb2to, adrb2tp, adrb2tq, adrb2tr, adrb2ts, adrb2tt, adrb2tu, adrb2tv, adrb2tw, adrb2tx, adrb2ty, adrb2tz, adrb2ua, adrb2ub, adrb2uc, adrb2ud, adrb2ue, adrb2uf, adrb2ug, adrb2uh, adrb2ui, adrb2uj, adrb2uk, adrb2ul, adrb2um, adrb2un, adrb2uo, adrb2up, adrb2uq, adrb2ur, adrb2us, adrb2ut, adrb2uu, adrb2uv, adrb2uw, adrb2ux, adrb2uy, adrb2uz, adrb2va, adrb2vb, adrb2vc, adrb2vd, adrb2ve, adrb2vf, adrb2vg, adrb2vh, adrb2vi, adrb2vj, adrb2vk, adrb2vl, adrb2vm, adrb2vn, adrb2vo, adrb2vp, adrb2vq, adrb2vr, adrb2vs, adrb2vt, adrb2vu, adrb2vv, adrb2vw, adrb2vx, adrb2vy, adrb2vz, adrb2wa, adrb2wb, adrb2wc, adrb2wd, adrb2we, adrb2wf, adrb2wg, adrb2wh, adrb2wi, adrb2wj, adrb2wk, adrb2wl, adrb2wm, adrb2wn, adrb2wo, adrb2wp, adrb2wq, adrb2wr, adrb2ws, adrb2wt, adrb2wu, adrb2wv, adrb2ww, adrb2wx, adrb2wy, adrb2wz, adrb2xa, adrb2xb, adrb2xc, adrb2xd, adrb2xe, adrb2xf, adrb2xg, adrb2xh, adrb2xi, adrb2xj, adrb2xk, adrb2xl, adrb2xm, adrb2xn, adrb2xo, adrb2xp, adrb2xq, adrb2xr, adrb2xs, adrb2xt, adrb2xu, adrb2xv, adrb2xw, adrb2xx, adrb2xy, adrb2xz, adrb2ya, adrb2yb, adrb2yc, adrb2yd, adrb2ye, adrb2yf, adrb2yg, adrb2yh, adrb2yi, adrb2yj, adrb2yk, adrb2yl, adrb2ym, adrb2yn, adrb2yo, adrb2yp, adrb2yq, adrb2yr, adrb2ys, adrb2yt, adrb2yu, adrb2yv, adrb2yw, adrb2yx, adrb2yy, adrb2yz, adrb2za, adrb2zb, adrb2zc, adrb2zd, adrb2ze, adrb2zf, adrb2zg, adrb2zh, adrb2zi, adrb2zj, adrb2zk, adrb2zl, adrb2zm, adrb2zn, adrb2zo, adrb2zp, adrb2zq, adrb2zr, adrb2zs, adrb2zt, adrb2zu, adrb2zv, adrb2zw, adrb2zx, adrb2zy, adrb2zz

图5 KEGG通路富集分析

实验总结

翘嘴鲌对红光表现出最强的行为趋向性，但红光诱导了较高的应激反应；相反，黄光在保持显著吸引力的同时，有效提升了机体的抗氧化能力并维持较低的应激水平。因此，红光对翘嘴鲌而言是一个“生态陷阱”，而黄光才是兼顾行为偏好与生理健康的最优光谱。

致谢

本研究得到农业农村部设施农业装备与信息化重点实验室项目（2011NYZD2401）以及浙江省科研院所专项基金（2025YSZX02-1）的支持。