

# STIMULO ERDVINIŲ SAVYBIŲ IR STEBĖJIMO TRUKMĖS ĮTAKA SPALVOS PASTOVUMUI

**Aušra Daugirdienė**

Doktorantė  
Vilniaus universiteto  
Biochemijos ir biofizikos katedra  
M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-2009 Vilnius  
Tel. 33 22 39  
El. paštas: ausra.daugirdiene@gf.vu.lt

**Henrikas Vaitkevičius**

Habilituotas socialinių mokslų daktaras,  
profesorius  
Vilniaus universiteto  
Bendrosios ir pedagoginės psichologijos katedra,  
Didlaukio g. 47, LT-2057 Vilnius  
El. paštas: henrikas.vaitkevicius@ff.vu.lt

*Darbe tiriama, kaip tarpusavyje susiję spalvos pastovumas ir spalvinė adaptacija, kokią įtaką spalvų suvokimui, esant įvairiems apšvietimams, turi stimulų stebėjimo laikas ir stimulų erdvinės savybės. Spalvų konstantiškumo eksperimentuose spalvinės adaptacijos procesus tyrėme asimetriniu stimulų lyginimo metodu. Eksperimentuose naudojome 3 skirtingus plataus spektro apšvietimo šaltinius. Dviejose skirtingose bandymų serijose testiniai stimulai buvo neutralūs Manselio pavyzdėliai N7, generuojami monitoriaus ekrane (naudota BARCO sistema). Eksperimentuose dalyvavo septyni tiriamieji.*

*Adaptacijos trukmės įtaka buvo vertinama spalvų skirtumu  $\Delta E_{L,a,b}$  tarp suvoktos neutralaus Manselio pavyzdėlio spalvos esant testiniam ir C apšvietimui.  $\Delta E_{L,a,b}$  įvertina suvoktos spalvos pasikeitimus keičiantis adaptacijos trukmei. Gauti rezultatai rodo, kad stebimi adaptacijos pokyčiai yra bent dvejetainiai. Pirmieji pokyčiai įvyksta labai greit – per pirmas adaptacijos sekundes, o antrieji pasireiškia vėliau. Pirmieji, greitieji pokyčiai mažiau priklauso nuo stimulų erdvinės savybių, o antrieji, lėtesnieji procesai labiau priklauso nuo stimulų skaičiaus ir jų erdvinės savybių. Greitieji procesai gali būti susiję su simultaniniu kontrastu, o antrieji – su adaptacija, tam tikrų elementų jautrio pokyčiais. Jie gali vykti skirtinguose lygiuose, tiek tinklainėje, tiek ir aukštesnėse regos sistemos struktūrose.*

Nuo objekto paviršiaus atspindėta šviesa, pasiekianti mūsų akis, priklauso nuo objekto paviršiaus spektrinio atspindžio veiksnio ir nuo apšvietimo šaltinio šviesos spektro. Mūsų spalvų regėjimas sugeba įvertinti objekto paviršiaus atspindžio veiksnį, kuris nepriklauso nuo šviesos šaltinio spektro. Šis reiškinys žinomas kaip spalvų pastovumas. Taigi regos sistemai reikia atnaujinti objektų atspindžio spektrinį veiksnį, kuris yra stabilus. Keletas autorių (Land, 1986; Maloney, Wandell, 1986; D'Zmura, Lennie, 1986) tyrė, kaip tai vyksta mūsų regos sistemoje. Šie autoriai sutaria, kad

esant natūraliems ir dirbtiniams apšvietimams mūsų regos sistema gali atnaujinti objektų paviršiaus atspindžio veiksnį tik tada, kai ji gali įvertinti spektrines apšvietimo savybes.

Spalvų suvokimas kinta laike. Tam, kad suvokimas būtų pastovus, reikia, kad praeitų šiek tiek laiko – tai yra, kad įvyktų adaptacija. Adaptacijos savybė – suvoktos spalvos keitimasis keičiantis stebėjimo trukmei.

Istoriškai taip susiklostė, kad palyginti nedaug atlikta tyrimų, susijusių su spalvinės adaptacijos trukmės įtaka spalvos suvokimui. Tikriausiai tam turėjo reikšmės nusistovėjusi

prielaida, kad, norint pasiekti visišką spalvinę adaptaciją (kada suvokiama spalva jau nekinata), reikia dešimčių minučių (Breneman, 1987). Tačiau greitos šviesinės adaptacijos tyrimai suteikia galimybę manyti, kad ir spalvinė adaptacija gali trukti ne taip jau ilgai.

Nedaug yra darbų, kuriuose tiriamas spalvų suvokimo kitimas stebėjimo metu. Pavyzdžiui, Hunt savo darbuose nustatė, kad visiška adaptacija buvo pasiekta maždaug po 5 min. Taip pat jis parodė, kad 80–90% adaptacijos lygis buvo pasiektas po 1 min. (Hunt, 1950). Jamesono ir bendraautorių atlikti tyrimai labai panašūs į Hunt'o darbus (Jameson et al., 1979). Tačiau šiuose darbuose didesnis dėmesys buvo skiriamas jautrumo pokyčiams ir mažiau akcentuojami spalvų suvokimo pokyčiai.

Šio darbo tikslas – panagrinėti kaip susiję tokie spalvinės regos reiškiniai kaip spalvos pastovumas ir spalvinė adaptacija bei nustatyti, kokią įtaką spalvų suvokimui, esant įvairiems apšvietimams, turi stebėjimo laikas ir stimulų erdvinės savybės.

## Metodika

**Tiriamieji.** Eksperimentuose dalyvavo septyni tiriamieji: keturios moterys (26, 30, 31 ir 36 m. amžiaus) bei trys vyrai (34, 45 ir 62 m. amžiaus). Jų spalvinis regėjimas buvo normalus. Du tiriamieji tokiuose eksperimentuose dalyvavo pirmą kartą, todėl jie buvo išsamiai supažindinti su tyrimo metodika. Likę penki buvo patyrę ir jau keleri metai dalyvaujantys tokiuose eksperimentuose.

**Tyrimų aparatūra.** Eksperimentai atlikti tamsiame kambaryje. Stimulai buvo generuojami  $3 \times 12$  bitų procesoriumi (Cambridge Research Systems) ir pateikiami 20-ies colių sukalibruotame spalvotame monitoriuje (Barco Reference Calibrator ©), kuris buvo valdomas VSG kor-

tos. Monitorius 2 val. prieš eksperimentus būdavo įjungiamas ir taip „šildomas“, o prieš kiekvieno eksperimento pradžią jis buvo kalibruojamas spektriniu fotometru (SpectraScan PR650).

Pirmojo tipo eksperimentų metu tiriamųjų galvos buvo fiksuojamos ir jie žiūrėdavo į monitorių iš 30 cm atstumo, juos gaubdavo aplink monitorių esanti dėžė ( $75 \times 75 \times 100$  cm).

Antrojo tipo eksperimentų metu monitorius stovėjo 30 cm atstumu nuo tiriamųjų. Tiriamieji eksperimentus atlikdavo žiūrėdami į ekraną per 30 cm kartoninį žiūroną, kurio vidus buvo išklijuotas neutralios spalvos popieriumi. Šiuo atveju tiriamasis matė tik du stimulus: testinį stimulą ir foną, kuris užpildė beveik visą regėjimo lauką. Tiriamiesiems šio eksperimento metu galvos nebuvo fiksuojamos.

**Stimulai.** Testiniai stimulai buvo generuojami monitoriaus centre. Visi stimulai buvo sukurti remiantis Manselio spalvų sistema, kurioje jie klasifikuojami pagal spalvos toną, skaitį ir sodrį. Tyrimuose buvo naudoti neutralūs (achromatiniai) testiniai stimulai: Manselio pavyzdėliai N7 (N reiškia, kad spalva buvo neutrali, o skaitis – 7). Vienu eksperimentų metu jie buvo  $2^\circ$  dydžio (apie juos buvo neutralus fonas), o kitų eksperimentų – apėmė visą tiriamojo regėjimo lauką. Nešviečiančią monitoriaus ekrano dalį pavadino „tuščiąja aplinka“.

**Tyrimų eiga.** Prieš bandymą tiriamasis kurį laiką (mažiausiai 3 min.) praleisdavo tamsiame kambaryje. Paskui (1–3 pav.) 1 s žiūrėdavo į neutralų foną, apšviestą apšvietimu C, kurio spalvų koordinatės –  $u' = 0,200901$ ,  $v' = 0,460918$ . Esant testiniams apšvietimams testinis stimulus su foniniu paviršiumi arba be jo vienuose eksperimentuose buvo rodomas 1, 5, 30 arba 60 s, o kituose – 0,2, 1, 5, 30 ir 60 s. Po testinio stimulo demonstravimo tiriamasis

žiūrėdavo neutralu toną, apšviestą apšvietimu C (readaptuodavosi). Šios readaptacijos trukmė buvo nevienoda darant skirtingus eksperimentus. Toliau tiriamasis, esant apšvietimui C, turėdavo parinkti tokį spalvos toną, skaištį ir sodrį, kad parinkta spalva būtų tokia kaip testinio pavyzdėlio. Parinkimo laikas buvo neribojamas ir trukdavo mažiausiai 30 s. Visas eksperimento ciklas: preadaptacija esant C apšvietimui, testinio stimulo pateikimas, readaptacija esant C apšvietimui ir tiriamojo suvoktos spalvos parinkimas, kuris visą ciklą buvo kartojamas tol, kol tiriamasis apsisprendavo, kad parinko tinkamą spalvą.

Visų tipų eksperimentuose buvo naudojami du testiniai apšvietimai: A apšvietimas, juodo kūno temperatūra 2856 K ( $u'v' = 0,255962/0,524318$ ) ir s apšvietimas, skaičiai mėlyno dangaus apšvietimas ( $u'v' = 0,174433/0,392305$ ). Šių šviesos šaltinių spektrinės charakteristikos aprašytos Breivės ir bendraautorių straipsnyje (Breivė ir dr., 1999).

Vienas eksperimentas trukdavo apie 1- 2,5 val.

### *Pirmasis eksperimentų tipas*

*Spalvos suvokimas esant skirtingai adaptacijos trukmei ir „tuščiajai aplinkai“*

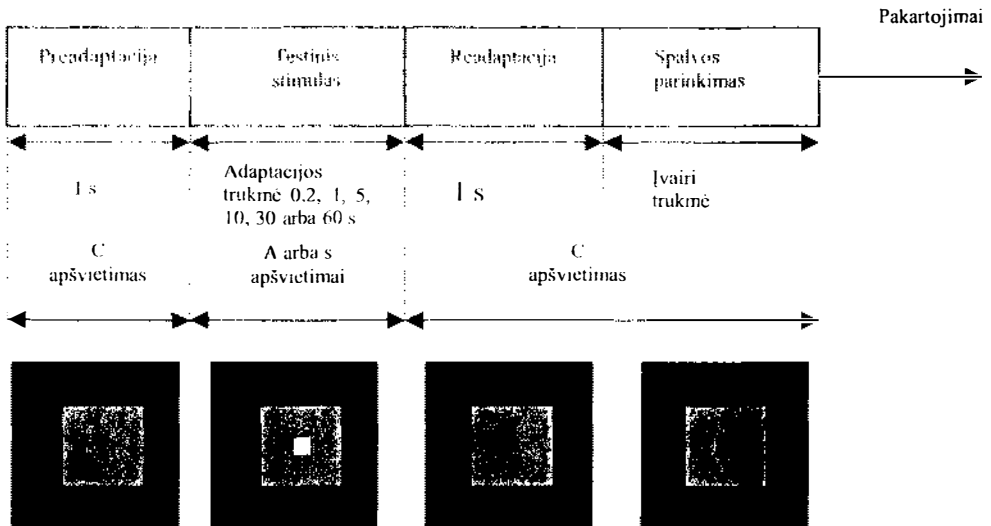
*Eksperimento tikslas:* išsiaiškinti adaptacijos trukmės įtaką stimulų spalvos suvokimui esant „tuščiajai aplinkai“.

*Eksperimento procedūra:* šių eksperimentų metu tiriamieji ekrane matė: testinį 2° dydžio neutralų N7 Manselio pavyzdėlį ant neutralaus N7, 20° dydžio fono ir likusią monitoriaus dalį, kuri atrodė kaip juodas laukas, t. y. matė „tuščiąją aplinką“.

Po preadaptacijos ir testinių stimulų stebėjimo periodų ėjo readaptacija, kuri truko 1 s. Po jos buvo rodomas 2° dydžio pasirinkimo pavyzdėlis ir 20° dydžio fonas bei likusi ekrano dalis – „tuščioji aplinka“ (1 pav.).

### *Antrasis eksperimentų tipas*

Šių eksperimentų metu tiriamieji į monitorių žiūrėdavo per žiūroną ir taip buvo išvengiama „tuščiosios aplinkos“ įtakos spalvų suvokimui.



**1 pav. Pirmasis eksperimentų tipas. Spalvos suvokimas esant skirtingai adaptacijos trukmei bei „tuščiajai aplinkai“**

**A. Kontrasto įtaka spalvos suvokimui esant skirtingai adaptacijos trukmei**

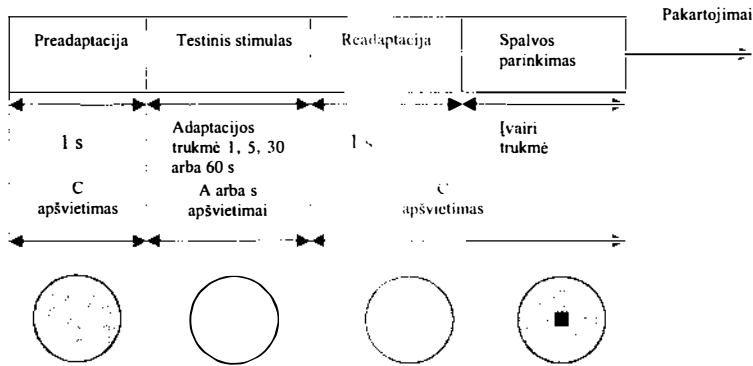
*Eksperimento tikslas:* išsiaiškinti, kaip pakinta eksperimento rezultatai kai tiriamasis nema to „tuščiosios aplinkos“, o parenkant pavyzdėlio spalvą yra stebimas kontrastas tarp fono ir pavyzdėlio, matomo šiame fone.

*Eksperimento procedūra:* eksperimento metu testinis stimulus buvo 2<sup>o</sup> neutralus N7 Munsello pavyzdėlis ir neutralus N7 foninis paviršius. Readaptacija šio eksperimento metu trukdavo 1 s, o paskui neutraliame fone buvo rodomas 2<sup>o</sup> dydžio pasirinkimo pavyzdėlis (2 pav.). Tiriamasis visuose eksperimentuose turėjo readaptuoti 1 s tam, kad sumažėtų poveikio įtaka.

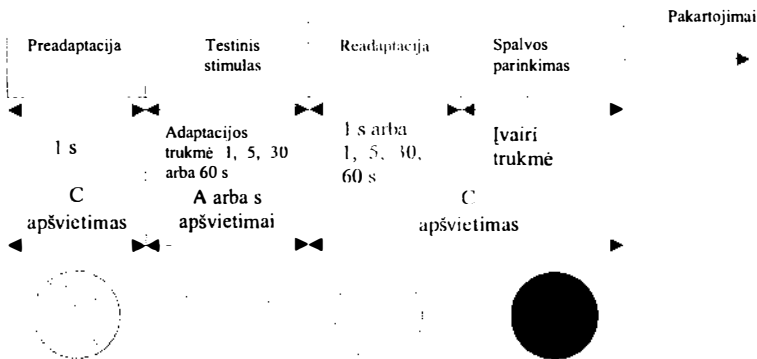
**B Kontrasto nebuvimo ir trumpo readaptacinio laikotarpio įtaka spalvos suvokimui esant skirtingai adaptacijos trukmei**

*Eksperimento tikslas:* išsiaiškinti, kaip kinta spalvos esant trumpam readaptaciniam laikotarpiui, kai nėra kontrasto tarp fono ir pavyzdėlio.

*Eksperimento procedūra:* eksperimento metu tiriamasis visame lauke matė neutralų N7 testinį stimulą. Readaptacija šio eksperimento metu trukdavo 1 s, o paskui tiriamasis matydavo tokio pat dydžio kaip ir testinis stimulus pasirinkimo lauką (3 pav.).



**2 pav. Antrasis eksperimentų tipas, A dalis. Kontrasto įtaka spalvos suvokimui esant skirtingai adaptacijos trukmei**



**3 pav. Antrasis eksperimentų tipas. B ir C dalys. Readaptacinio laikotarpio įtaka vientiso regimojo lauko spalvos suvokimui**

*C. Kontrasto nebuvimo ir readaptacinio laikotarpio įtaka spalvos suvokimui esant skirtingai adaptacijos trukmei*

*Eksperimento tikslas:* išsiaiškinti, kokią įtaką eksperimento rezultatams turi readaptacinis laikotarpis, kai nėra kontrasto tarp fono ir pavyzdėlio.

*Eksperimento procedūra:* eksperimento metu tiriamasis visame lauke matė neutralų N7 testinį stimulą. Readaptacija šio eksperimento metu trukdavo 1, 5, 30 arba 60 s (lygiai tiek, kiek buvo rodomas testinis stimulus), o paskui buvo rodomas pasirinkimo laukas (3 pav.).

**Duomenų analizė.** Naudotos tiek ( $u'$ ,  $v'$ ), tiek ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ) spalvų koordinatės (CIE, 1976). Jos buvo pasirinktos todėl, kad šioje erdvėje atstumai tarp spalvų geriau koreliuoja su subjektyviais spalvų skirtumais. Žinant visų testinių ir pasirinktų Manselio pavyzdėlių spalvų koordinates, įmanoma kiekybiškai įvertinti spalvų suvokimo pokyčius. Tiriamieji eksperimentus, esant vienodoms sąlygoms, pakartojo nuo 3 iki 13 kartų. Kiekvieno tiriamojo vieno testinio apšvietimo spalvos parinkimo bei adaptacijos laiko rezultatai buvo suvidurkinami.

Adaptacijos trukmės įtaka vertinama spalvų skirtumu:

$\max \Delta E_{L,a,b}$  tarp testinio neutralaus pavyzdėlio, apšviesto testiniu apšvietimu, ir to paties pavyzdėlio, apšviesto C šaltinio (fizinis poslinkis);

bei  $\Delta E_{L,a,b}$  skirtumu tarp suvoktos neutralaus Manselio pavyzdėlio spalvos ir testinio neutralaus pavyzdėlio, apšviesto testiniu apšvietimu (psichofizikinis poslinkis) (Wyszcki, Stiles, 1982).

$\Delta E_{L,a,b} \%$  procentiškai įvertina suvoktos spalvos pasikeitimus keičiantis adaptacijos trukmei:

$$\Delta E_{L,a,b} \% = \frac{\Delta E_{L,a,b}}{\max \Delta E_{L,a,b}} 100\%.$$

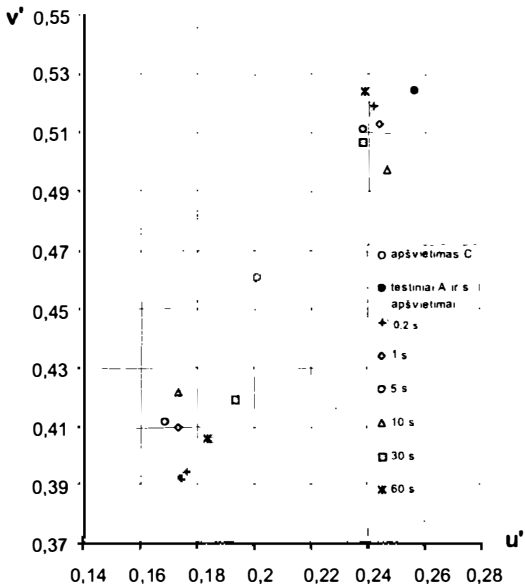
## **Rezultatai**

### *Pirmasis eksperimentų tipas*

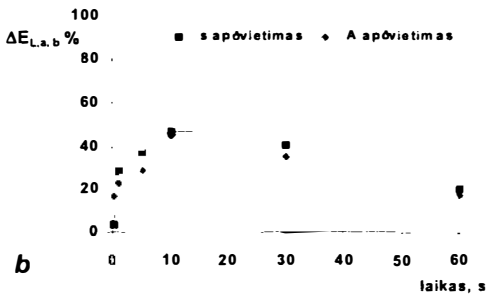
Iš 4 pav. a dalies matyti, kad suvoktos spalvos, esant skirtingiems testinių stimulų rodymo laikams, išsibarsto netoli nuo testinių A ir s apšvietimų. Detalesnė  $\Delta E_{L,a,b}$  dydžių analizė rodo, kad ilgėjant testinio stimulo rodymo laikui nuo 0,2 s iki 10 s, suvokta neutralaus Manselio pavyzdėlio spalva slenka link neutralaus pavyzdėlio, apšviesto C šviesos šaltiniu. Kai adaptacijos trukmė pailgėja iki 30 ir 60 s, suvokta spalva pradeda slinkti atgal (4 pav., b). Nors pastarasis poslinkis nėra didelis, galima tvirtinti, kad šiomis sąlygomis spalvų pastovumas bent negerėja. Taigi tiek šiame eksperimente, tiek ankstesniuose eksperimentuose (Daugirdienė et al., 2000; Kulikowski, Vaitkevičius, 1997; Kulikowski et al., 2001; Брейве и др., 1999) buvo gauti rezultatai, kurių dėka pastebima, kad suvokiant spalvas yra nevisiškas spalvos pastovumas. Galima buvo manyti, kad taip yra dėl to, kad stimulai stebimi trumpai, o per trumpą laiką regos sistema nespėja adaptuotis esant naujoms sąlygoms. Taigi adaptacija yra nevisiška. Tam, kad patikrintume šią hipotezę, ir buvo nuspręsta atlikti bandymus keičiant adaptacijos laikus bei testinių stimulų dydžius, pašalinus „tuščiąją aplinką“, regimajame lauke palikustik vieną ar du stimulus (testinį stimulą ir foną). Norint pašalinti „tuščiąją aplinką“ buvo naudojamas žiūronas. Panaudojus žiūroną tiriamasis nematė „tuščiosios aplinkos“. Hipotezė, kad „tuščioji aplinka“ gali turėti įtakos spalvų suvokimui, neprieštarauja ir kitų autorių darbų rezultatams, kurie rodo, kad ne tik lokalūs signalai, bet ir signalai iš tolimesnių regos lauko sričių prisideda prie objekto spalvos bei ryškumo suvokimo (Wesner, Shevell, 1992, 1994).

### *Antrasis eksperimentų tipas*

Antrojo eksperimentų tipo A dalyje buvo pašalinta „tuščioji aplinka“. Tiriamasis po įvairios trukmės adaptacijos testiniam pavyzdėliui



a



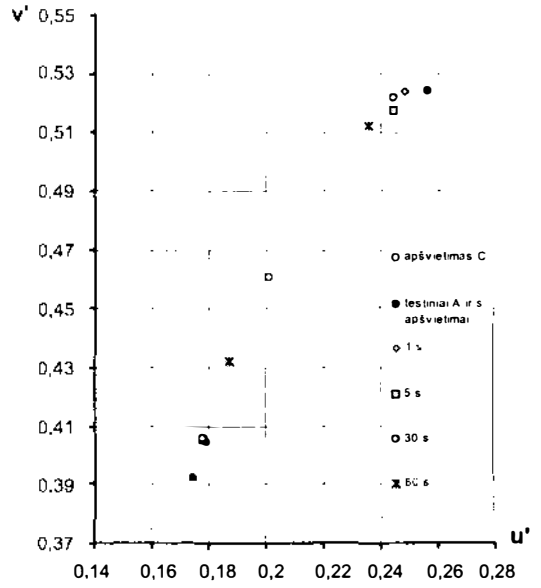
b

**4 pav. Pirmasis eksperimentų tipas.**

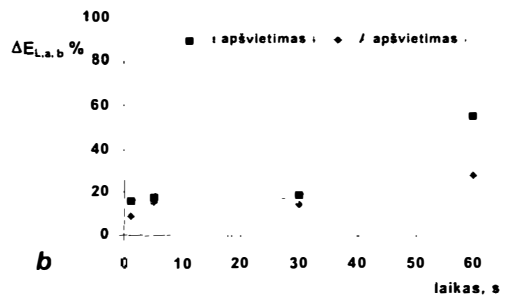
a – neutralių N7 Manselio pavyzdėlių padėtis  $u'v'$  spalvų plokštumoje, esant A ir s testiniams apšvietimams, kai adaptacijų laikai – 0,2, 1, 5, 10, 30 ir 60 s,

b – spalvų skirtumų  $\Delta E_{L,a,b}$  priklausomybė nuo adaptacijos trukmės kai testiniai apšvietimai – A ir s

ir po 1 s readaptacijos spalvos parinkimo metu matė du stimulus – 2° dydžio pasirinkimo pavyzdėlį ir neutralų foną. Atlikus šio tipo eksperimentus visiems tiriamiesiems buvo būdingas neutralios suvoktos spalvos poslinkis nuo testinio apšvietimo (A arba s) link C apšvietimo. Ilgėjant adaptacijos laikui šis poslinkis tolydžiai didėja, nuo 20% iki 60%. Suvoktos spalvos poslinkis ypač padidėja, kai adaptacijos trukmė ilgesnė kaip 30 s (5 pav. a, b).



a



b

**5 pav. Antrasis eksperimentų tipas, A dalis.**

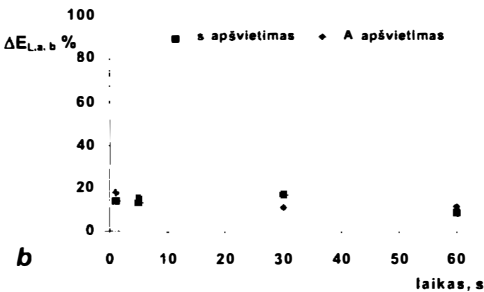
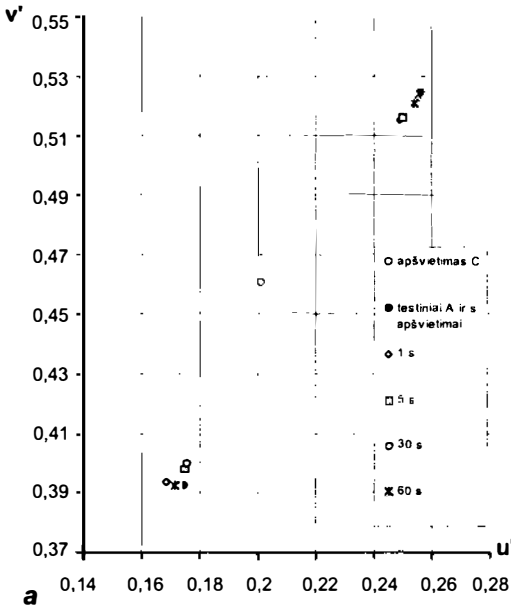
a – neutralių N7 Manselio pavyzdėlių padėtis  $u'v'$  spalvų plokštumoje, esant A ir s testiniams apšvietimams, kai adaptacijų laikai – 1, 5, 30 ir 60 s,

b – spalvų skirtumų  $\Delta E_{L,a,b}$  priklausomybė nuo adaptacijos trukmės kai testiniai apšvietimai – A ir s

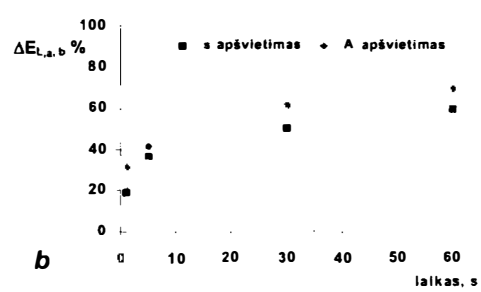
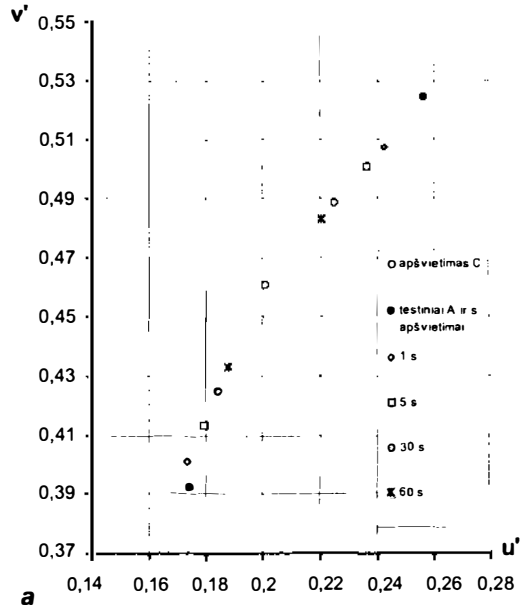
Antrojo eksperimento B dalyje buvo tiriama, kokią įtaką turi trumpas readaptacijos periodas vieno matomo regos lauke stimulo spalvos suvokimui. Šio eksperimento rezultatai labai skyrėsi nuo A dalies eksperimentų, nors atrodytų, kad vientisas regėjimo laukas turėtų kaip tik palengvinti adaptaciją ir ilgėjant adaptacijos trukmei suvoktos spalvos poslinkis (dreifas) turėtų būti gal net kiek didesnis. Tačiau kaip gerai matosi 6 pav. a ir b

dalyse, taip neįvyksta ir suvoktos spalvos išsi-  
barsto apie A ir s apšvietimų spalvas (adap-  
tacija ne didesnė kaip 20%). Gautus resulta-  
tus galima paaiškinti taip: per trumpą readap-  
tacijos laiką (tik 1 s) regos sistema nespėja  
readaptuotis ir pasiekti lygį, kuris būdingas  
C apšvietimui. Norėdami patikrinti, ar trum-  
pas readaptacijos laikotarpis turi įtakos re-  
zultatams, atlikome antrojo eksperimentų ti-

po C dalį, kur readaptacijos laikotarpis yra  
tokios pat trukmės kaip ir testinio stimulo ro-  
dymo laikas, o tiriamojo regos lauke buvo ma-  
tomas tik vienas stimulus. Pakeitę eksperimen-  
to sąlygas gavome didelį suvoktos spalvos  
poslinkį: matėme dreifą nuo testinio  
apšvietimo (A arba s) link C apšvietimo.  
Adaptacija pasiekia 60–70% viso maksima-  
laus dydžio (7 pav. a, b).



6 pav. Antrasis eksperimentų tipas, B dalis.  
a – neutralių N7 Manselio pavyzdėlių padėtis  $u'v'$  spalvų plokštumoje esant A ir s testiniams apšvie-  
timams, kai adaptacijų laikai – 1, 5, 30 ir 60 s,  
b – spalvų skirtumų  $\Delta E_{L,a,b}$  priklausomybė nuo adap-  
tacijos trukmės kai testiniai apšvietimai – A ir s



7 pav. Antrasis eksperimentų tipas, C dalis.  
a – neutralių N7 Manselio pavyzdėlių padėtis  $u'v'$  spalvų plokštumoje esant A ir s testiniams apšvie-  
timams, kai adaptacijų laikai – 1, 5, 30 ir 60 s,  
b – spalvų skirtumų  $\Delta E_{L,a,b}$  priklausomybė nuo adap-  
tacijos trukmės kai testiniai apšvietimai – A ir s

## Rezultatų aptarimas

Mūsų eksperimentų rezultatai rodo, kad tiriamasis pavyzdėlius pasirenka taip, kad jų padėtys būna tarp testinio pavyzdėlio, apšviesto testiniu apšvietimu, ir to paties testinio pavyzdėlio, apšviesto C apšvietimu. Kaip matome, yra dalinis spalvų pastovumas. Panašius rezultatus yra gavę ir kiti autoriai (Lucassenen, Walraven, 1993; Kulikowski, Vaitkevičius, 1997; Kulikowski et al., 2001; Брейве и др., 1999). Manoma, kad suvokiama spalva priklauso nuo jos stebėjimo trukmės arba adaptacijos (Wyszecki, Stiles, 1982). Kitais žodžiais tariant, per adaptaciją suvokiamos pavyzdėlio spalvos padėtis turėtų kisti spalvų plokštumoje. Įvairių autorių atliktų eksperimentų metu buvo nustatyta, kad per pradinę adaptacijos fazę (per pirmas 5 adaptacijos sekundes esant testiniam stimului) pasiekiami 40–60% viso adaptacijos lygio (Fairchild, Reniff, 1995; Werner et al., 2000). Panašius rezultatus (40–50% viso adaptacijos lygio) gavome ir mes pirmojo eksperimento metu. Tačiau šiame mūsų eksperimente adaptacija truko ilgiau, suvoktos spalvos poslinkis keitė kryptį ir po 60 s adaptacijos lygis krito – tesiekė tik apie 20 % viso adaptacijos lygio. Dėl ko atsirado toks skirtumas? Daugelis autorių mano, kad adaptacija yra susijusi su regos sistemos jautrio pokyčiais. Sistemos jautrumas priklauso nuo fono, kuriame stebimi įvairūs objektai. Jeigu foną suprasiame kaip vidutinę regimojo lauko spalvą, tai ir objektai lemia fono spalvą. Be to, yra nuomonių, kad objektų spalva nusakoma objekto ir fono spalvų skirtumu. Literatūroje yra fiziologinių ir psichofizikinių duomenų, kad ne tik lokalūs signalai, bet ir signalai iš tolimesnių regos lauko sričių prisideda prie objekto spalvos suvokimo (Wesner, Shevell, 1992, 1994).

Pirmame eksperimente didelę regimojo lauko dalį užima „tuščioji aplinka“ (ji sudaro ne mažiau kaip 60% viso lauko). Taigi šiuo atveju „tuščioji aplinka“ gali mažinti fono įtaką spalvų suvokimui, nes ji, kaip fonas, turi įtakos kitų objektų suvokiamai spalvai.

Šiai hipotezei patikrinti antrojo tipo eksperimentuose naudojome žiūroną, kurio dėka sumažinome regos lauke esančių aplinkinių stimulų įtaką spalvos suvokimui. Šių eksperimentų metu tiriamojo regos lauke liko tik vienas arba du stimulai, t. y. regimajame lauke nebuvo „tuščiosios aplinkos“. Antrojo tipo eksperimento A dalyje tyrėme pasirenkamo pavyzdėlio ir fono kontrasto įtaką spalvos suvokimui. Spalvos parinkimo metu tiriamojo regos lauke buvo du stimulai – pasirenkamos spalvos pavyzdėlis ir neutralus fonas. Aišku, kad jie buvo kontrastingi. Rezultatai parodė, kad per pirmas 5 s pasiekiami tik 10–20% viso adaptacijos lygio, praėjus 30 s išsilaiko panašūs adaptacijos rezultatai, o po 60 s adaptacijos lygis siekia 30–60%. Kaip matome, adaptacija vyksta lėtai. Norint išsiaiškinti, ar adaptacijai turi įtakos kontrastas, buvo atliktas eksperimentas, kai tiriamasis matė tik vieną stimulą, o visame regimajame lauke spalvinis tonas buvo vienodas (antrojo tipo eksperimento B dalis). Šio eksperimento metu gavome, kad, kokia bebūtų adaptacijos trukmė, pavyzdėlio spalvos poslinkis nebūna didesnis kaip 20% maksimalaus galimo poslinkio Viena iš priežasčių, kuri galėjo sąlygoti tokių rezultatų gavimą, buvo trumpa readaptacijos trukmė (1 s). Per tokį trumpą laiką regos sistema nespėja readaptuotis, todėl pakaitėme eksperimento sąlygas – pailginome readaptacijos laikotarpį. Jis tęsdavosi lygiai tiek, kiek trukdavo adaptacija stebint testinį stimulą. Taip buvo atlikta eksperimento C dalis, kai nėra kontrasto tarp pavyzdėlio ir fono, o rea-



daptacinis laikotarpis – ilgas. Gavome, kad per pirmą pradinę adaptacijos fazę (per pirmas 5 adaptacijos sekundes stebint testinį stimulą) pasiekiami 40–60% viso adaptacijos lygio. Panašūs rezultatai buvo gauti ir kitų autorių (Fairchild, Reniff, 1995; Werner et al., 2000). Stebėdami testinį stimulą 60 s, pasiekdavome 60–70% viso adaptacijos lygio. Fairchildo, Lennie'o ir Fairchildo, Reniffo darbuose (Fairchild, Lennie, 1992; Fairchild, Reniff, 1995) teigiama, kad adaptacijos sensoriniai mechanizmai įsijungia maždaug 90% per pirmas 60 s, kai kinta spalva esant pastoviam ryškiui. Aprašyti skirtumai gali būti paaiškinami Hunt'o darbais. Šis mokslininkas įrodė, kad adaptacija gali būti šiek tiek lėtesnė kai vyksta svarbūs ryškio kitimai (Hunt, 1950). Be to, eksperimentuose, panašiuose į mūsų, kaip teigia Fairchild ir Lennie, spalvos pokyčiai dar lėtesni – visiškai adaptacija pasiekama tik po 30 min. (Fairchild, Lennie, 1992).

Taigi galima manyti, kad stebimi adaptacijos pokyčiai yra bent dvejetainiai. Pirmieji pokyčiai vyksta labai greit – per pirmas adaptacijos sekundes, o antrieji pasireiškia vėliau. Pirmie-

ji, greitieji pokyčiai mažiau priklauso nuo stimulų erdvinių savybių, o lėtesnieji procesai labiau priklauso nuo stimulų skaičiaus, dydžio ir jų organizacijos. Greitieji procesai gali būti susiję tiek su simultaniniu kontrastu, tiek ir su greitaisiais adaptacijos procesais (Rinner, Gegenfurtner, 2000). Antrieji, lėtesni procesai susiję su lėta adaptacija, tam tikrų elementų lėtais jautrio pokyčiais. Jie gali vykti skirtinguose lygiuose, tiek tinklainėje, tiek ir aukštesnėse regos sistemos struktūrose.

## Išvados

1. „Tuščioji aplinka“ mažina fono įtaką spalvų suvokimui.

2. Stebimi du adaptacijos procesai:

- pirmas, greitas, kuris per pirmas 5 adaptacijos sekundes pasiekia 30–40 % savo galimo maksimalaus dydžio,
- antras, lėtas, kuris pasiekia 60–70 % savo maksimalaus dydžio.

3. Lėtesnis procesas yra jautresnis stimulo erdvinei organizacijai, t. y. stimulų skaičiui ir jų erdvinėms savybėms.

## LITERATŪRA

Breneman E. J. Corresponding chromaticities for different states of adaptation to complex visual fields // *J. Opt. Soc. Am. A.* 1987, vol. 4, p. 1115–1129.

Daugirdienė A., Vaitkevičius H., Švegžda A., Viliūnas V. Spalvų suvokimo konstantiškumas: fono ir kontrasto įtaka // *Psichologija.* 2000, t. 21, p. 50–61.

D'Zmura M., Lennie P. Mechanisms of color constancy // *J. Opt. Soc. Am. A.* 1986, vol. 3, p. 1662–1672.

Fairchild M. D., Lennie P. Chromatic adaptation to neutral and incandescent illuminants // *Vision Research.* 1992, vol. 32, p. 2077–2085.

Fairchild M. D., Reniff L. Time course of chromatic adaptation for color – appearance judgements // *J. Opt. Soc. Am. A.* 1995, vol. 12, p. 824–833.

Hunt R. W. G. The effects of daylight and tungsten light-adaptation on color perception // *J. Opt. Soc. Am.* 1950, vol. 40, p. 362–371.

Jameson D., Hurvich L. M., Varner F. D. Receptor and postreceptor visual processes in recovery from chromatic adaptation // *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA).* 1979, vol. 76, p. 3034–3038.

Kulikowski J. J., Vaitkevičius H. Colour constancy as a function of hue // *Acta Psychologica.* 1997, vol. 97, p. 23–35.

Kulikowski J. J., Stanikūnas R., Jurkutaitis M., Vaitkevičius H., Murray I. J. Color and brightness shifts for isoluminant samples and backgrounds // *Color research and application.* 2001, vol. 26, p. 205–208.

Land E. H. Recent advances in retinex theory // Vision Research. 1986, vol. 26, p. 7–21.

Lucassen M. P., Walraven J. Quantifying color constancy: evidence for nonlinear processing of cone-specific contrast // Vision Research. 1993, vol. 33, p. 739–757.

Maloney L. T., Wandell B. A. Color constancy: A method for recovering surface spectral reflectance // J. Opt. Soc. Am. A. 1986, vol. 3, p. 29–33.

Rinner O., Gegenfurtner K. R. Time course of chromatic adaptation for color appearance and discrimination // Vision Research. 2000, vol. 40, p. 1813–1826.

Werner A., Shape L. T., Zrenner E. Asymmetries in the time-course of chromatic adaptation and significance of contrast // Vision Research. 2000, vol. 32, p. 1623–1634.

Wesner M., Shevell S. K. Color perception within a chromatic context: changes in red/green equilibria caused by noncontiguous light // Vision Research. 1992, vol. 32, p. 1623–1634.

Wesner M., Shevell S. K. Color perception within a chromatic context: the effect of short wavelength light on color appearance // Vision Research. 1994, vol. 34, p. 359–365.

Wyszecki G., Stiles W. S. Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae. New York: Wiley, 1982

Брейве К., Вайткявичюс Г., Станикунас Р., Швягжда А., Куликовский Я., Аль-Флтар З. Исследование константности цветовосприятия // Сенсорные системы. 1999, т. 136, с. 283–289.

## STIMULUS SPATIAL PROPERTIES AND DURATION OF ADAPTATION INFLUENCE ON COLOUR PERCEPTION CONSTANCY

Aušra Daugirdienė, Henrikas Vaitkevičius

### Summary

The effects of adaptation duration on colour constancy were studied under two test illuminants (s and A) and two types experimental conditions using neutral (N7) Munsell chips and asymmetric colour matching. The influence of adaptation duration was quantified by calculating colour difference  $\Delta E_{L,a,b}$  between the chromaticities for the perceived neutral Munsell chip's colour after adaptation to the test illumination and against the standard (C) illuminant. The  $\Delta E_{L,a,b}$  measure was used because the intention of this study was to measure changes in colour-perception, during different adaptation duration.

Adaptation was only observed in experiments with uniform adaptation field, but not in a spatially complex background with introduced blank surround. We

could say, that colour of test chip is determined by difference in colour of test chips and background, and colour of background. In turn the colour of background is also determined by difference in colour between background and blank surround. Since there is no adaptation in blank surround, noting changes. Thus there is no influence of observation time on perceived colour.

Then the adaptation field is uniform, we conclude from results the presence of two components of chromatic adaptation, that differ with respect to their time – constants and stimulus spatial properties. A fast component with a time of approximately 5 s, which does respond to contrast, and a second, relatively slow process, which has a time of 60 s and depends on stimulus spatial properties.

*Įteikta 2001 07 30*