

A SZÍNTÉVESZTÉS KORREKCIÓJA SZEMÜVEGGEL

CORRECTING ANOMALOUS COLOR VISION WITH GLASSES

Wenzel Klára PhD, habil, egyetemi magántanár¹, Urbin Ágnes egyetemi tanársegéd¹,
Langer Ingrid mestertanár², Samu Krisztián PhD, egyetemi docens¹

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar
Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék, Budapest
wenzel.klara@gmail.com

²Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

A színtévesztés éppen úgy javítható színes szemüvegekkel, ahogyan a dioptriahibák dioptriás szemüvegekkel. A férfiak 8%-a színtévesztő, tehát hazánkban mintegy 400 000 színtévesztő él, és több mint száz szakmában nem alkalmaznak színtévesztőket. Cikkünkben bemutatjuk a színkorrekciós szemüvegeket, amelyek lehetővé teszik, hogy a színtévesztők épp úgy elláthassák a képességeiknek megfelelő szakmát, mint a normál színlátók.

ABSTRACT

Anomalous colour vision can be corrected with glasses just like dioptre-based vision anomalies. 8% of the male population lives with anomalous color vision, which means approximately 400 000 people in Hungary are prohibited from working in more than 100 professions because of their colour vision deficiency. In our paper we introduce the correction glasses which enable people with anomalous colour vision to accomplish tasks just as normal colour observers.

Kulcsszavak: színtévesztés, korrekció, szemüveg, anomaloszkóp, Ishihara-teszt

Keywords: anomalous color vision, correction, glasses, anomaloscope, Ishihara test

BEVEZETÉS

A vörös-zöld színtévesztést Robert Dalton angol kémikus tette ismertté. Róla neveztek el a színtévesztést daltonizmusnak (Dalton, 1798). Dalton leírta, hogy ő a rózsát és az ibolyát egyformán kéknek nézi, a lányok piros arcát olyannak látja, mintha tintás volna, az ember vérének színe és a zöld palackok színe közt nem lát különbséget, nem tudja, miben különbözik a barna szín a zöld színtől.

Dalton idejében még csak érdekességnek számított, de korunkban nagyon sok ember számára sorscsapásnak tűnik a színtévesztés. Ma az élet szinte minden területén, a közlekedésben, az iparban és a mezőgazdaságban egyaránt nagy szerepük van a színeknek, ezért több mint száz szakmában elő van írva a jó színlátás.

Míthogy a férfiak 8%-a és a nők 0,5%-a színtévesztő (Birch, 1993), ez azt jelenti, hogy Magyarországon közel 400 ezer, Európában közel 60 millió ember színtévesztő. Ezek az emberek pedig nem választhatják ezt a százféle szakmát, ha szeretnék sem, és ezenfelül legtöbbjüknek kisebbségi érzést okoz ez a fogyatékoság.

Ma már több cég is gyárt különféle színkorrekciós szemüveget. Ezeket a cégeket és színkorrekciós szemüvegeiket mutatjuk be a következőkben. Ezek a szemüvegek lehetővé teszik, hogy a színtévesztők ezekkel éppen úgy korlátozás és kisebbségi érzés nélkül elláthassák az érdeklődésüknek és képességeiknek megfelelő szakmát, mint azok, akik dioptriás szemüveggel korrigálják szemük törőerejének hibáit.

AZ ELSŐ PRÓBÁLKOZÁSOK A SZÍNLÁTÁS JAVÍTÁSÁRA

James Clerk Maxwell már 1854-ben felfigyelt arra, hogy vörös és zöld szűrőkön keresztül megkülönböztethető a vörös és a zöld szín. Készített egy szemüveget is, amelynek mindkét oldalán fölül vörös, alul zöld színszűrőt helyezett el.

Robert Fletcher véleménye szerint a genetikailag öröklött színtévesztést gyógyítani ugyan nem lehet, de nem lenne szép, ha meg sem próbálnánk segíteni a színtévesztőkön. Ezért megpróbált olyan színszűrőket keresni, amelyek a szem elé helyezve javítják a színlátást.

A színes látást a szemfenéken található retinán elhelyezkedő színérzékeny idegvégződések, a csapok biztosítják. A csapok háromfélék. A vörös színekre a protos, a zöld színekre a deuteros és a kék színekre a tritos érzékeny. A vörös, zöld és kék spektrumtartomány szélei kicsit átfedik egymást, és így újabb színészletek jönnek létre: a vörös és a zöld között a sárga, a kék és a zöld között a türkiz szín, és mindezek között a finom átmeneti árnyalatok.

Az örökletes vörös–zöld színtévesztők egy részében a protos érzékelő spektrális érzékenységi tartománya a sárga árnyalatokhoz közelebb van, mint a normál színlátóké. Ezeket hívják protanomáliásnak, vagy röviden protánnak. Az örökletes vörös–zöld színtévesztők másik csoportjában a deuteros érzékelő spektrális érzékenységi tartománya van közelebb a sárga árnyalatokhoz, mint a normál színlátóké. Ezeket hívják deuteranomáliásnak, vagy röviden deutánnak. A protánok és a deutánok a vörös és a zöld színek vagy ezek sötét árnyalatai, a barna és a sötétzöld színek között nehezen, esetleg egyáltalán nem tudnak különbséget

tenni. Azokat a színtévesztőket, akik ezeket a színeket egyáltalán nem tudják megkülönböztetni, protanópoknak, illetve deuteranópoknak nevezik.

Fletcher a múlt század végén a rendelkezésére álló színszűrők közül némelyikkel biztató eredményeket ért el. A kísérletek során a színtévesztők háromféle színt jól meg tudtak különböztetni egymástól: a vöröset, a sárgát és a zöldet, a kéket és a lilát, és a vörös színárnyalatait. A sárga és a magenta Kodak Wratten-szűrővel a protanópokon, a lilás rózsaszín szűrőkkel a deuteranópokon ért el jó eredményt (Fletcher–Voke, 1985).

Magyar kutatók elméleti alapon, matematikai modellezéssel kezdtek olyan szemüvegeket kifejleszteni, amelyek a színtévesztést javítják (Ábrahám et al., 1999). Az első sikereket követően, a múlt század végén, az egész világon szabadalmi bejelentések tucatjai jelentek meg a színtévesztés javítására, például az elsők között egy magyar szabadalom (Ábrahám et al., 1993). A bejelentések kontaktlencsére és szemüvegekre vonatkoznak. Alapelvük szempontjából három csoportra oszthatók.

1. alapelv: Thermodiffúziós vagy vékonyréteg technikával olyan filtert hoznak létre, amelynek a spektrális transzmissziója folyamatosan változik, és kompenzálja a színérzékeny receptorok spektrális érzékenységeinek anomáliáit (Fluck–Szalay, 2000).
2. alapelv: Olyan filterkombinációt hoznak létre, amely a szembe érkező színes fény spektrumából 580 nm körül és 490 nm körül kiszűr egy-egy spektrumtartományt (United States Patent, 1981).
3. alapelv: Az egyik szem elé vörös színszűrőt illesztenek, a másik szem elé semmit, illetve az egyik szem elé vörös színszűrőt, a másik szem elé zöld színszűrőt (United States Patent, 1975).

A ma Magyarországon kapható Enchroma, Chromagen és Colorlite színlátás javító szemüvegek, továbbá a külföldön elterjedten ismert ColorMax és ColorView színtévesztés korrekciós szemüvegek működése is ezeken az elveken alapul.

A SZÍNLÁTÁS VIZSGÁLATA

A színtévesztés nehezen mérhető tulajdonság, mivel a színlátás pszichofizikai jelenség. Kialakulása az emberi szem érzékelésével kezdődik, és bonyolult idegrendszeri feldolgozás után az agyban létrejött észleletként fejeződik be.

A színtévesztés mérésére csaknem száz mérési módszer, mérőműszer és teszt ismeretes. Ezek eredménye gyakran ellentmondó, mivel mérési elvük eltérő. Ezért a színlátásmérés legismertebb szakértője, a brit professzorasszony, Jennifer Birch szerint a színlátásvizsgálatnál legalább három különböző mérési módszert kell alkalmazni, és ellentmondás esetén azt a kettőt kell elfogadni, amelyik egyezik.

Az anomaloszkóp

A legelismertebb színlátásvizsgáló műszer az anomaloszkóp. Számszerű mérési eredményt ad, és ennek alapján megállapítható, hogy a színtévesztő személy protonómál vagy deuteranomál-e. Azt is meg lehet állapítani vele, hogy az enyhébb anomáliáról vagy a súlyosabb anópiáról van-e szó.

Az anomaloszkóp a DIN 6160 szabványnak megfelelően három monokromatikus mérőfény, egy 662 nm-es vörös, egy 549 nm-es zöld és egy 589 nm-es narancssárga fény segítségével vizsgálja meg a színlátást. Egy kettéosztott látómező egyik oldalán a vörös és a zöld szín sárgának látszó keveréke, másik oldalán a narancssárga fény látható. A vizsgált személynek úgy kell beállítania a vörös és a zöld keverési arányát (R/G), valamint a narancssárga fény intenzitását (Y), hogy a látómező két oldalát azonos színűnek lássa. A beállított értékek jelentik a mérési eredményt. A normál színlátók $R/G = 45 \pm 5$ osztást és $Y = 15 \pm 4$ osztást állítanak be rajta.

Ezt a feladatot a jó színlátók gyorsan meg tudják oldani, ugyanakkor a színtévesztők általában segítség nélkül nem boldogulnak.

Az Ishihara-teszt

A színtévesztés mérésére a legelterjedtebb módszer az Ishihara-teszt. A teszt alapján nagy biztonsággal megállapítható, hogy valaki színtévesztő vagy nem.

A teszt ábráin különböző festékekből gondosan kikevert színekkel nyomtatott ábrák láthatók. Az ábrák pöttyökből kirakott számai kicsit eltérő színűek, mint a háttér pöttyei. Jó színlátók könnyedén felismerik a számokat, de ez a színtévesztőknek nem sikerül. Ha a vizsgált személy minden ábrát felismer, vagy legfeljebb egyet téveszt el, akkor megfelel a hivatalos követelménynek, és normál színlátónak tekinthető.

Az interneten gyakran látható online Ishihara-tesztek csak arról informálnak, hogy valaki színtévesztő, vagy nem, de nem adnak hivatalos döntésre alkalmas eredményt.

A Colorlite-teszt

A Colorlite-teszt előnye, hogy ugyanolyan egyszerű és olcsó, mint az Ishihara-teszt, ugyanakkor olyan pontos számszerű mérési eredményt ad, mint az anomaloszkóp (Wenzel at al., 2011).

A tesztábrákon az Ishihara-teszthez hasonló pöttyös ábrák láthatók, de számok helyett Landolt-C ábrákat kell felismerni.

A Landolt-C ábra a látásvizsgálatban elterjedten alkalmazott tesztábra. Egy C betű, amelynek nyílása véletlenszerűen más-más irányban található. A vizs-

gált személynek meg kell mondania, vagy meg kell mutatnia, merre látja a C betű nyílását. A szemészeti látásvizsgáló táblákon egyre kisebb Landolt-C ábrák sorával történik a vizsgálat, míg a Colorlite-tesztkönyvben egyre kisebb a szíkontraszt az egyforma nagy ábrákon. Az ábrák nehézség szerint vannak sorba rendezve. A sor első ábrája a legkönnyebb, utána egyre nehezebb ábrák következnek.

A Colorlite-teszt három pöttyösábra-sorozatból áll, jelölésük R-G, P és D. Az R-G sorozaton a Landolt-C vörös, a háttér zöld pöttyökből áll. Ez a sorozat azt mutatja ki, hogy milyen súlyos a szintévesztés. A P sorozat a protos, a D sorozat a deuterus hibáját mutatja ki.

A mérés eredménye az első eltévesztett ábra mellé írt szám, amely a Landolt-C és a háttér átlagos színének különbségét jelenti. A Colorlite-teszt R-G sorozatának alapján megkülönböztethetünk súlyos, közepes és enyhe szintévesztőket.

A D15 panelteszt

A D15-teszt 16 darab, nullától tizenötig megszámozott korongból áll. A korongok szabványos Munsell-színű bevonattal vannak ellátva, a sötétkéktől a sötétvörösig a szivárvány színeinek megfelelő sorrendben. A korongok hátsó felületén a helyes sorrendnek megfelelő számok láthatók.

A vizsgálat elején megmutatják a vizsgált személynek a korongokat, amelyek egy keskeny, hosszú dobozban vannak sorban elhelyezve, majd a korongokat kivesszük a dobozból, és egy matt-fehér felületen, színeiket összekeverve helyezik el. A vizsgált személynek a korongokat helyes színrendben vissza kell rakni a dobozba. A normál színlátók helyes sorrendben vissza tudják rakni a korongokat, egy szintévesztőnek azonban ez nem sikerül. A szintévesztésének megfelelő jellegzetes sorrend hibákat csinál.

A D15-teszt körülbelül annyiba kerül, mint a Colorlite-teszt, de a mérési eredményei nem olyan megbízhatóak, mint a Colorlite-tesztnek. Míg a Colorlite-teszt mérési eredménye 95%-ban megegyezik az anormaloszkópos mérési eredményével, addig a D15-teszt a deuteranomálok több mint 50%-át normál színlátónak minősíti.

A megvilágítás

A színlátásvizsgálatot 600–800 lux megvilágítás és szórt nappali fény mellett kell végezni. Ha szórt nappali fény nem áll rendelkezésre, 3000 K színhőmérsékletű halogén izzó, esetleg meleg fényű kompakt fénycső használata mellett is mérhetünk. Legjobb a GretagMachbet cég vagy a Colorlite cég szabványos megvilágító berendezését alkalmazni (Samu–Szakály-Molnár, 2011).

A mérések végrehajtása

A mérések során meg kell állapítani, hogy a vizsgált személy milyen szintet ér el a színlátás három legfontosabb jellemzője szempontjából.

A jó színlátás három legfontosabb jellemzője a jó színidentifikáció (színfelismerési és színmegnevezési) képesség, a jó színdiszkrimináció (színmegkülönböztetési) képesség és a jó látási feloldó képesség (a kicsiny részletek látása). A színtévesztőknél mindhárom képesség gyengébb, mint a normál színlátóknál.

Az Ishihara-teszt és a Colorlite-teszt mindhárom képesség gyenge működését kimutatja. Ezekkel a tesztekkel eldönthető, hogy a vizsgált személy korrekció nélkül vagy színlátást javító szemüveggel alkalmas-e valamilyen szakma gyakorlására vagy nem. Anomaloszkópos mérésre csak akkor van szükség, ha a mérési adatokat publikálni akarjuk, mert az anomaloszkóp a nemzetközileg elfogadott „Gold Standard”.

A SZÍNLÁTÁST JAVÍTÓ SZEMÜVEGEK

A színlátás javítására ma Magyarországon háromféle eszközt ismerünk: az EnChroma szemüveget, a Colorlite szemüveget és a Chromagen kontaktlencsét.

Az EnChroma szemüvegek

Az Enchroma CX lencsét eredetileg orvosoknak szánták, és lézeres műtétek során használták. Segítettek a sebészeknek jobban megkülönböztetni a vérrögöket és a szöveteket. Hamarosan rájöttek, hogy az ilyen lencsével ellátott szemüveg más célokra is használható, mert a színtévesztők színlátását is javítja.

Az Enchroma színlátásjavító lencsét úgy alakították ki, hogy növeljék a vörös és a zöld színek közötti különbséget, és fokozzák a világosság- és színterazsrtot. Két típust alakítottak ki, az egyik szabadtéri, a másik szobai használatra készült. Minden EnChroma lencse 100% UV-A és UV-B védelmet biztosít, ezenkívül mindkét oldalán antireflexiós réteg van az előlről, illetve hátulról jövő fény kiszűrésére. A 0 dioptriás 2 mm vastag 1,6 törésmutatójú alaplencsén thermodiffúziós eljárással kialakított színes réteg látható. Kívülről vékonyréteg gőzölés-sel felvitt UV-védő és vízlepergető réteggel látták el (URL1).

Az enyhe és közepes színtévesztők színlátása valóban javul egy kicsit az EnChroma szemüveggel. Súlyosabb színtévesztés esetén nem mutatható ki javító hatás. Az EnChroma lencsék csekély hatékonysága nem zavarja az amerikai vevőket, mert ők saját véleményük szerint napszemüvegnek vagy divatcikknek tekintik. Magyarországon magas ára miatt kicsi a kereslet iránta.

A Colorlite szemüvegek

A Colorlite céget 2002-ben alapította meg három magyar gépészmérnök. A cég telephelye Budapest, a szemüveggyártás is Budapesten történik. A Colorlite színlátást javító szemüvegek működése magyar szabadalmon alapul (Colorlite Kft., 2020).

A gyártáshoz Hoya-gyártmányú, réteg nélküli CR39 anyagú, 70 mm átmérőjű műanyag lencsét vásárolnak, amelyek lehetnek 0 dioptriásak, dioptriásak, bifokálisak és progresszív lencsék is. A színezéshez a nemzetközileg ismert szemüveglencse-festék forgalmazó BPI cégtől rendelt festékeket használják.

Az enyhébb szintévesztőknek tervezett lencsék minimális transzmissziója 12%, a súlyosabb szintévesztőké minimum 1,2%. A Colorlite összesen tízféle szintévesztési típus javítására alkalmas korrekciós lencsét fejlesztett ki, hét típust a gyengébb és hármat a súlyosabb szintévesztők részére. A szűrők színe különböző árnyalatú, a lilás rózsaszíntől a barack rózsaszínig (Wenzel et al., 2013).

A magyar feltalálók laboratóriumukban a szemüveggyártás mellett kutató és fejlesztő munkát is végeznek. Új, színlátás vizsgáló tesztek és műszereket fejlesztettek ki. Megvizsgálták az adaptáció szerepét a Colorlite lencsék hatékonyságában (Wenzel–Urbin, 2015; Urbin et al., 2017). Szintévesztőkkel végzett kísérletekkel kimutatták, hogy a színszűrők fokozzák a világosságkontrasztot és a színkontrasztot (Samu et al., 2001; Samu et al., 2016).

Gyártási eljárásuk védelmére a magyar feltalálók 1993-ban, 1995-ben majd 2000-ben magyar és nemzetközi szabadalmi bejelentéseket tettek (Ábrahám et al., 1993; Ábrahám–Wenzel, 1995; Ábrahám–Wenzel, 2000). Eljárásukra 1991. május 13-án Használatiminta-oltalmat nyertek (Colorlite Kft., 2019), amelynek alapján 2020-ban a szemüveglencsére és a színlátásvizsgáló Colorlite-tesztre újabb magyar szabadalmat kaptak. A szabadalmazott szintévesztést korrigáló Colorlite lencsékhez és a diszlexia tüneteit enyhítő Colorlite lencsékhez megszerzték az amerikai forgalmazáshoz szükséges FDA-engedélyt is.

A Chromagen kontaktlencsék

A Chromagen kontaktlencsék a világon legismertebb és legelterjedtebb színlátást javító eszközök. A Chromagen lencsék FDA-szabadalmazott termékek (URL2). Működésük azon alapul, hogy teljesen kiszűrjük a spektrum vörös végét 600 nm fölött, míg a rövidebb hullámhosszú fényt teljesen át eresztjük. Ezért rajtuk keresztül a kék és zöld színek nagyon világosnak tűnnek, míg a vörös színek árnyalatai egyáltalán nem láthatók.

A Chromagen kontaktlencsét a szemem nem lehet észrevenni, ezért előszeretettel viselik azok, akik úgy szeretnék átmenni a színlátásvizsgálaton, hogy a vizsgáló orvos ne vegye észre, hogy színlátás-korrekciós lencsét viselnek. Ez

általában sikerül is, azonban a Chromagen kontaktlencsék viselése a mindennapokban nem ajánlott, mert a piros színt egyáltalán nem engedik át. Így az éjszakai vezetésnél nem látható benne a piros forgalmi jelzőlámpa, a piros hátsó helyzetjelző lámpa és a fékezést jelző piros lámpa fénye. A színes monitoron és a számítógép monitorán pedig csak a kék és zöld színek jelennek meg.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az volt a célunk, hogy az olvasókkal megismertessük a színtévesztők problémáit, és a lehetőségeket arra, hogy ezeken segítsünk.

Cikkünkben részletesen bemutattuk azokat a színlátást javító eszközöket, amelyek Magyarországon kaphatók. Ismertettük használatukat és működési módjukat. Bemutattuk a színlátásvizsgálat módszereit és eszközeit.

Mindezek után megállapíthatjuk, hogy a Chromagen kontaktlencsék biztosítják az Ishihara-teszt hibátlan elvégzését, azonban a színeket nem lehet velük látni, mert a spektrum vörös végét 600 nm fölött kiszűrjük. Tartós viseletük zavarja a térbeli látást, szédülést és fejfájást okoz. A Colorlite lencsék a színeket felélénkítik, a színkontrasztokat fokozzák, ezáltal viseletük közben a látásélesség és a térbeli látás javul. Biztosítják az Ishihara- és a D15-teszt helyes megoldását. Az EnChroma lencsék hatékonysága csekély. Magyarországon magas árak miatt nem terjedtek el.

IRODALOM

- Ábrahám Gy. – Wenzel K. (1995): *Method and Apparatus for Determining Spectral Sensitivity Parameters of Colour-sensitive Receptors in the Eye*. PCT/HU95/00009
- Ábrahám Gy. – Wenzel K. (2000): *Eljárás és optikai eszköz színlátás javítására vagy megváltoztatására, valamint eljárás az optikai eszköz előállítására*. Magyar Szabadalom, Lajstromszám: 217 735 Budapest 2000. jan. 28.
- Ábrahám Gy. – Wenzel K. – Szappanos J. (1993): *Method and Optical Means for Improving or Modifying Colour Vision and Method or Making Said Optical Means*. PCT-HU 93/00045.
- Ábrahám Gy. – Wenzel K. – Kucsera I. (1999): *New Method for Assessing the Spectral Sensitivity Curves of the Human Eye*. In: *Proceedings of the 24th Session of the Cie*, 24–30 June 1999, Warsaw, Poland. 119–123.
- Birch J. (1993): *Diagnosis of Defective Colour Vision*. Oxford: University Press
- Colorlite Kft. (2019): *Optikai eszköz színdiszkriminációs képesség fokozására*. Használati Mintaoltalom, Lajstromszám 4999, Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala, 1081 Budapest, II. János Pál pápa tér 7.
- Colorlite Kft. (2020): *Optikai eszköz színdiszkriminációs képesség fokozására*. Az U1200264 számú magyar használati mintaoltalom bejelentésből származó P1900245 alapszámú magyar származtatott szabadalom. Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala, 1081 Budapest, II. János Pál pápa tér 7.

- Dalton J. (1798): Extraordinary Facts Relating to the Vision of Colours with Observations. In: *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester*. Vol. 5, Pt. 1, 28–45. <https://digital.sciencehistory.org/works/fb4949523>
- Fletcher, R. – Voke, J. (1985): *Defective Colour Vision*. Bristol–Boston: Adam Hilger Ltd.
- Fluck I. – Szalay Gy. (2000): *A Thermodiffusion Dying Method and an Optical Element Prepared with the Method*. International Publication Number PCT WO 01/92922 A2.
- Samu K. – Szakály-Molnár A. (2011): Efficient Halogen Lamp Daylight Simulator for Color Vision Examination. *Measurement Science Review*, 11, 139–143. DOI: 10.2478/v10048-011-0025-y, <https://sciendo.com/article/10.2478/v10048-011-0025-y>
- Samu K. – Wenzel K. – Ladunga K. (2001): *Colour and Luminance Contrast Sensitivity Function of People with Anomalous Colour Vision*. Proceedings Volume 4421, 9th Congress of the International Color Association, 2001, Rochester, NY, US. DOI:10.1117/12.464652, https://www.researchgate.net/publication/285923620_Colour_and_luminance_contrast_sensitivity_function_of_people_with_anomalous_colour_vision
- Samu K. – Wenzel K. – Urbin Á. et al. (2016): *Comparison of Chromatic Contrast Sensitivity of Colour Vision Deficient People and Normal Colour Observers*. *Proceedings of the XVth Lux et Color Vesprimiensis Symposium*. 80–83. http://mono.eik.bme.hu/~samu/publications/105_lux_wenzel_2016.pdf
- United States Patent (1975): *Optical Filter Combination For Improving Color Discrimination US3877797*. Application Number 05/408961.
- United States Patent (1981): *Eyeglasses for Aiding Color Blind Viewers*. US Patent 4300819
- Urbin Á. – Nagy B. V. – Wenzel K. (2017): Chromatic Discrimination under Different States of Chromatic Adaptation. In: Zwick P. (ed.): *Proceedings of the Conference on Smarter Lighting for Better Life at the CIE Midterm Meeting*. Jeju, Republic of Korea. DOI: 10.25039/x44. PP02, <http://real.mtak.hu/115354/>
- Wenzel K. – Kovacs I. – Böhm V. (2002): *Practical Experiences with the Color Contour Test*. In: Golob, V. – Jeler, S. – Stjepanovic, Z. (eds.): *AIC 2002, Color & Textiles, Proceedings of the Interim Meeting*. Maribor, Slovenia, 29–31 August 2002. 34–39. <https://www.aic-color.org/publications-proceedings>
- Wenzel K. – Ladunga K. – Samu K. et al. (2011): Pseudo-Isochromatic Plates to Measure Color Discrimination. In: *Proceedings of the 21st Symposium of the International Colour Vision Society*, Kongsberg, Norway. 85–86. https://www.researchgate.net/publication/285923651_Pseudo-Isochromatic_Plates_for_Measuring_the_Ability_to_Discriminate_Colours
- Wenzel K. – Langer I. – Urbin Á. et al. (2013): Színlátást javító szemüvegek. *Szemészet*, 150, június, Supplementum I. 73.
- Wenzel K. – Urbin Á. (2015): Colour Vision under Different States of Adaptation. In: Zwick, P. (ed.): *Proceedings of the 28th Session of the CIE*, 28 June – 4 July 2015, Manchester, United Kingdom. 1, 9.

URL1: www.enchroma.com

URL2: www.chromagen.com.au