

SZAKDOLGOZAT

Pálfi Tamás Szakdolgozat

Pálfi Tamás

2023



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet

**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI
EGYETEM ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
TECHNOLÓGIAI INTÉZET**

Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás

Tanszék

Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

**Okostelefon applikáció fejlesztése hús minőségének a
vizsgálatára**

Pálfi Tamás

Budapest

2023

Tartalomjegyzék

1.BEVEZETÉS	1
2.CÉLKITŰZÉS	2
3.IRODALMI FELDOLGOZÁS, ÁTTEKINTÉS	3
3.1 A HÚS	3
3.2 A HÚS FELÉPÍTÉSE.....	6
3.3 A HÚSHIBÁK	7
3.4 A SZÍN MÉRÉSE	9
3.4.1 A CIELAB színrendszer leírása	10
3.4.2 A szín mérésére alkalmas eszközök típusai.....	12
3.4.3 Professzionális mérőberendezések szín mérésére.....	13
3.5 OKOSTELEFONOK HASZNÁLATA AZ ÉLELMISZERIPARBAN.....	14
3.5.1 A húsmínőséggel kapcsolatban okostelefonos kamerát használtak a pácolt hústermékek zsírtartalmának mérésére.....	15
3.5.2 A friss hús színének értékelésére szolgáló okostelefon-alapú spektrométer tervezése.....	16
4.ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	17
4.1 SZÍN MÉRÉSÉRE HASZNÁLT OKOSTELEFON	17
4.2 A REFERENCIA MŰSZER, KONICA MINOLTA CR400.....	19
4.3 A SZÍN MÉRŐ APPLIKÁCIÓHOZ HASZNÁLT FEJLESZTŐ ESZKÖZ.....	20
4.4 A HÚSOK ÉS A RAJTUK ELVÉGZETT MÉRÉSEK MÓDSZEREI	21
5.EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS	24
5.1 ALKALMAZÁS KIFEJLESZTÉSE	24
5.2 ÉRTÉKELÉS.....	32
5.2.1 A két eszköz összehasonlítása.....	32
5.2.2 Az okostelefonos applikáció összehasonlítás más színmérő alkalmazással	34
5.3 EREDMÉNYEK ÉS ÖSSZEGZÉS.....	36
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	38
IRODALOMJEGYZÉK	39

1.BEVEZETÉS

Ezt a szakdolgozat témát, azért választottam, mert egy nagyon jó, illetve érdekes feladatnak találom. Mindig is érdekelt, kíváncsi voltam, hogy hogyan lehetne okostelefonos alkalmazást fejleszteni. Az életben is nagyon sok tapasztalatot adhat ez a feladat, ugyanis Java/Kotlin programozást igényel, amely sokrétű az informatikában és sok helyen előfordul.

Az applikációt alapjáraton Java-ban szeretném végrehajtani, de egyes irodalmak szerint ilyen fajta okostelefonos applikációt könnyebb Kotlinban létrehozni. A célom, hogy egy olyan okostelefonos alkalmazást hozzak létre, amely stabil, hiba mentesen működik és akár a Google Play áruházban és/vagy az Appstore-ban is megállja a helyét.

A színreprodukció digitális rendszerben való megjelenítése több szempontból is nehéz és bonyolult feladat. A piacon léteznek professzionális színmérő eszközök, berendezések, de ezek ára igen magas és nem is alkalmazhatóak minden esetben.

Az élelmiszeripar Európa egyik legnagyobb és legfontosabb feldolgozóipari ágazata. Az élelmiszerek minőségébe való befektetés létfontosságú a jövőbeni piaci versenyképesség elérése érdekében. Az egyik szempont, amelyet a vállalatok felhasználhatnak az erős piaci pozíció megszerzésére, az, hogy befektetnek termékeik minőségének bemutatására. A bőr nélküli csirkemellfilé csomagokba integrált „kémiai vonalkód” a CO₂-koncentrációt használta a baktériumszám becslésére spektrofotométerrel mért színváltozások segítségével. Hasonlóképpen rádiófrekvenciás azonosító címkét (RFID) használtak a sertéshús frissességének ellenőrzésére. Ammónia-, páratartalom- és hőmérséklet-érzékelőket használtak, a címkét és az érzékelőket pedig a csomag belsejében rögzítették a belső környezet figyelésére. A színváltozások a frissességgel voltak összefüggésben, mivel a festék frissen sárgából kékes-sárgává vált, amikor megromlott. A színváltozás azonban csak a szenzor egyes részein következett be, nem egyenletesen, és nehéz volt pontosan megállapítani, hogy az érzékelő mikor lépte át a küszöböt a frissről a romlottra. Egy másik vizsgálatban mioglobinn alapú indikátorokat használtak a baromfitermékek frissességének meghatározására a hidrogén-szulfid kimutatására. Bár ígéretes eredményekről számoltak be, ennek a módszernek további optimalizálása szükséges, hogy érzékenyebb és gyorsabb indikátorokat kapjunk. (Perez de Vargas-Sansalvador és mtsai. 2020)

2.CÉLKITŰZÉS

A munkám célja, hogy megvizsgáljam, hogy egy okostelefonos alkalmazás kifejlesztésével lehet-e szint mérni a mindennapi gyakorlati életben, hús minőségének a vizsgálatára. Ennek érdekében célul tűztem ki, hogy kifejlesztsek egy alkalmazást, egy androidos okostelefonra és a kamerájával megvizsgáljam, hogyan működik ennek a folyamata. Célom, hogy kiderítsem, mennyire használható, és színmérő műszerek alapján meghatározzam, hogy mennyire pontos, akár mindennapi tárgyakra is.

A cél megvalósítása érdekében a következő feladatok elvégzésére van szükségem:

- Megfelelő programozási nyelv választása és beállítása
- Az okostelefon megfelelő átalakítása, hogy a külső fények ne befolyásolják a mérést
- Megfelelő fejlesztői környezet választása és beállítása
- Az okostelefon színérés pontosságának meghatározása egy kalibrált színmérőműszerrel történő összehasonlításával és az okostelefon által mutatott értékek ellenőrzésével.
- Az okostelefon színérés pontosságának meghatározása egy kalibrált színmérőműszerrel történő összehasonlításával húsminták mérésével.
- Az okostelefon mérési hibájának összevetése más színmérő eszköz mérési hibájával.
- Az okostelefonos applikációm összehasonlítása egy már meglévő applikációval, amely megtalálható a Google Play áruházban is.

3. IRODALMI FELDOLGOZÁS, ÁTTEKINTÉS

3.1 A hús

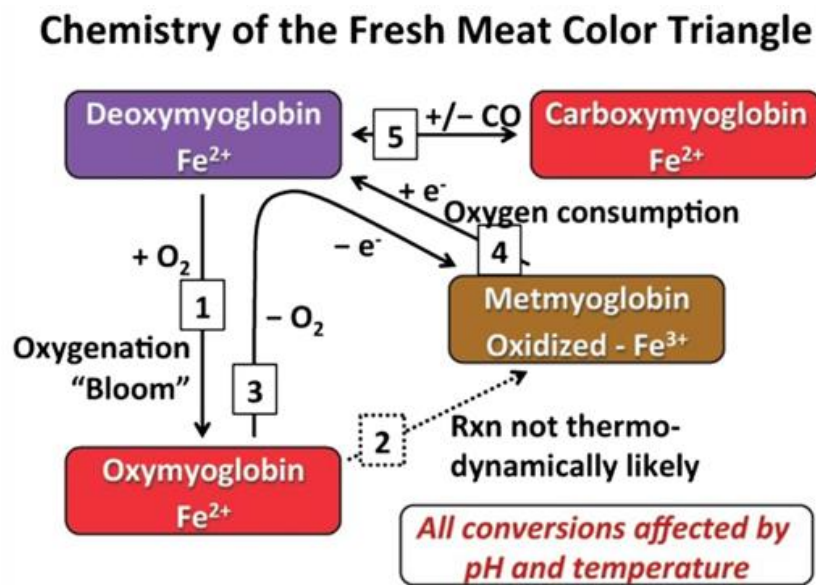
A színértékelés a húskutatás, a termékfejlesztés és a feldolgozási problémák elhárításának alapvető része. A hús színe fontos szempont a fogyasztók húskészítményekkel kapcsolatos vásárlási döntéseiben. Az érzékelt hússzín a fény, az érzékelő (azaz az emberi szem) és számos, az izomban rejlő és azon kívüli tényező kölcsönhatásából adódik, amelyek befolyásolják a mioglobin kémiai állapotát. E kölcsönhatások összetett jellege megköveteli, hogy a hús színének értékelésére vonatkozó döntéseket körültekintően hozzák meg, és hogy a vizsgáló alapvető ismeretekkel rendelkezzen az értékelésüket befolyásoló fizikai és kémiai tényezőkről. (King és mtsai. 2023)

Szűkebb értelemben húsnak nevezzük az állatokat felépítő izomszövetet, amely emberi fogyasztás céljára alkalmas a szervezetnek. Az állati húsok főként izomszövetet, zsírszövetet, inakat, ereket, vért, belsőégeket és csontokat is tartalmazhatnak. Nagyon fontos tápanyagokat, illetve ásványi anyagokat tartalmaznak az emberi szervezet számára. Fontos szerepet játszanak továbbá a fehérjék, amelyek makromolekulák. Aminosavakból épülnek fel, ezek között is vannak esszenciális aminosavak, amelyek abban különböznek, hogy az emberi szervezet saját magától nem tudja előállítani, így azt a megfelelő táplálékokkal kell bevinni. A fehérjék mellett fontos ásványi anyagok és vitaminok is megtalálhatóak a különböző húsokban. (Boler és Woerner 2017)

Fontos szerepük van még a zsíroknak is, ugyanis ezek több feladatot is ellátnak a szervezetben. Mechanikai és hőszigetelő szerepük van, a zsírolható vitaminok itt oldódnak, illetve fontos építőkövei a szervezetnek. (Internet 8)

A hús színét döntően a benne lévő mioglobin, az izom pigmentje, kisebb mértékben pedig a hemoglobin, a vér pigmentje adja. A mioglobin az izom szarkoplazmájában oldott állapotban van, a hemoglobint pedig a vörösvértestek tartalmazzák. (Internet 12) A hemoglobin a post-mortem tárolás alatt hemolízist szenved, így az is a sejtek közötti térbe kerül. A hemoglobin a kivérzéstől függő mennyiségben marad vissza a húsban és átlagosan az összes pigment tartalom kb. 5%-át teszi ki (Vadáné, 1991).

A mioglobin a hús színéért felelős vízben oldódó fehérje. A mioglobin 8 α -hélixén belül a fehérje hidrofób magjában egy központi vasatomot tartalmazó prosztetikus hemcsoport helyezkedik el. Az ehhez a vasatomhoz kapcsolódó 6 kötéstől 4 a vasat a hemgyűrűhöz köti, az 5. kötés a proximális hisztidinhez kapcsolódik, a 6. hely pedig olyan ligandumok reverzibilis megkötésére áll rendelkezésre, mint a kétatomos oxigén, szén-monoxid (CO), víz (H_2O) és nitrogén-oxid (NO). A 6. koordinációs helyen lévő ligandum és a vas vegyérték állapota határozza meg a hús színét a mioglobin 4 kémiai formáján keresztül: deoximioglobin, oximioglobin, karboximioglobin és metmioglobin. (King és mtsai. 2023)



1. ábra: A húsban kialakuló mioglobin formák és redox átalakulásaik (Internet 4)

A deoximioglobin sötét-lilás vörös vagy lilás-rózsaszínű színt eredményez, amely a friss hús belső színére és a vákuumsomagolásban lévő hús belső színére jellemző. A deoximioglobin vasat (Fe^{2+}) tartalmaz, üres (ligandum nélkül) 6. koordinációs hellyel. A deoximioglobin fenntartásához nagyon alacsony oxigénnyomás ($x < 1,4$ Hgmm) szükséges a vákuumsomagolásban vagy az izom belsejében. A deoximioglobin oxigénezésével élénk vörös szín alakul ki az oximioglobin képződésével, amelynek kétatomos oxigénje a Fe^{2+} 6. koordinációs helyéhez kapcsolódik. Az oxigén ligandum a disztális hisztidin-64-gyel is kölcsönhatásba lép, így egy kompaktabb fehérjeszerkezetet hoz létre, mint a deoximioglobin, amelyben nincs jelen a vasat a disztális hisztidinnel összekötő ligandum. A karboximioglobin képződése akkor következik be, amikor a CO a deoximioglobin üres 6. pozíciójához kötődik, és stabil élénk vörös színt eredményez, amikor a környezet oxigénmentes. Az oxigént tartalmazó légkörben (bár koncentrációfüggő) a karboximioglobin oximioglobinná vagy metmioglobinná alakul át. A metmioglobin a

mioglobin oxidált formája, amely vasat (Fe^{3+}) tartalmaz, és így a mioglobin barna színű formáját eredményezi. (King és mtsai. 2023)

A hús színéhez és a hús színének változását eredményező biokémiai reakciókhoz számos összetevő közvetlenül hozzájárul. A post-mortem pH-csökkenés sebessége és mértéke, a fehérjék denaturálódásának mértéke az izomból hússá történő átalakulás során, az antioxidánsok koncentrációja, a hús színének módosítására rendelkezésre álló biokémiai köztes termékek és a telítetlen zsírsavak mennyisége közvetlenül hozzájárulnak a hús oxigénfelhasználását és a hús metmioglobin csökkentő képességét befolyásoló több mechanizmushoz. (El-Din Ahmed Bekhit és mtsai. 2019)

A hús pH-értéke valószínűleg a legfontosabb tényező, amely befolyásolja a friss, feldolgozott és főtt hús színét. A termék pH-értékét minden hússzín-vizsgálatnál jelteni kell. A mioglobin oxidációja (és barnulása) jelentősen gátolt, ha a pH 5,6 és 8,5 között emelkedik, míg az 5,5 és az alatti pH az oxidációnak kedvez. (Shikama és Sugawara, 1978)

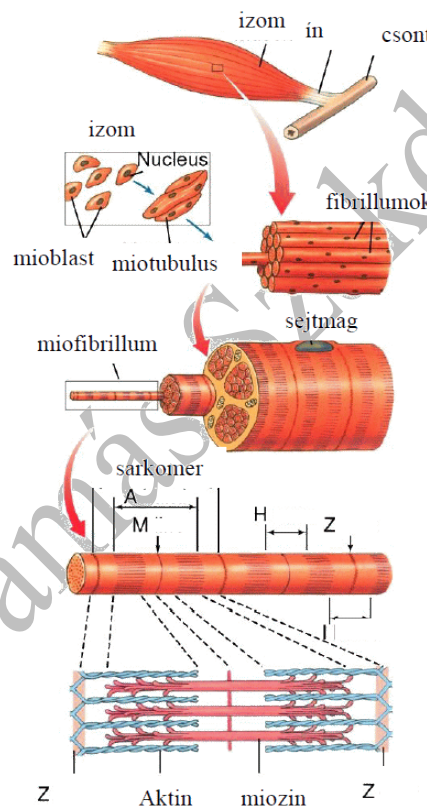
A fehérjéket úgynevezett biológiai értékkel lehet jellemezni, amely azt mutatja meg, hogy mennyire hasznosul a szervezetben. Az 1. táblázatban látható különböző élelmiszerek biológiai értéke, a 100 érték a teljesen hasznosuló, mint például az anyatej és a tojás. (Hoffman és Falvo, 2004)

1. táblázat: Legfőbb nagy fehérjetartalmú élelmiszerek biológiai értékei (Internet 1)

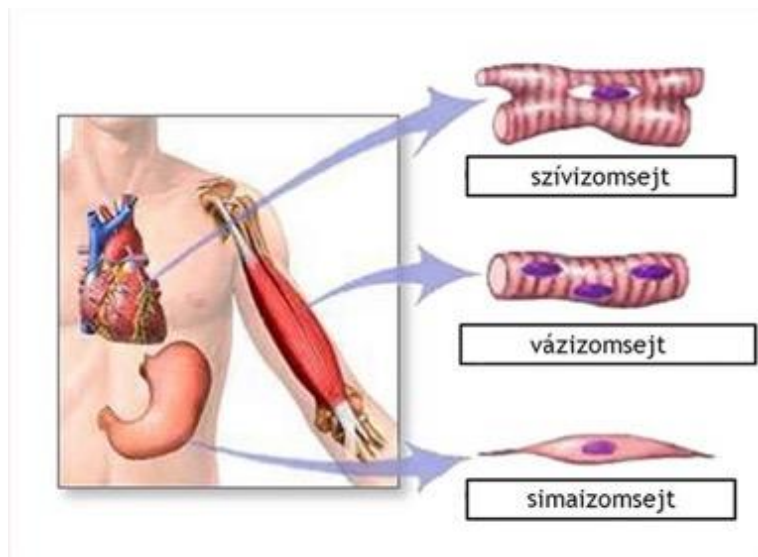
Élelmi Anyag	Fehérjetartalom (g/100g)	Biológiai érték
Anyatej	1,2	100
Tojás	13,5	100
Tehéntej	3,4	88-95
Marhahús	17-21	88-92
Sertéshús	16-21	84
Baromfihús	21-25	82
Halhús	15-22	80-92
Kemény sajt	26	85
Burgonya	2,5	73
Bab, borsó, lencse	22-26	56-72
Rizs	8	63-67
Búzaliszt	12	53
Ajánlott mennyiség: 55g/fő/nap		

3.2 A hús felépítése

Három fajta izomcsoportot tudunk megkülönböztetni. Van a simaizom, a harántcsíkolt izom és a szívizom. A simaizomnál mikroszkópos vizsgálat mellett nem jelenik meg harántcsíkolttság. A simaizomok működése nem akaratlagos, ellentétben a harántcsíkolt izomzattal, amelyet az egyén saját maga tud irányítani. A harántcsíkolt izmok jóval erősebbek, de fáradékonyabbak is, mint a simaizomok. A szívizom működését akaratlagosan, nem lehet irányítani, de erős és fáradatatlan izom. Az izomnak fontos fehérjéi az aktin és a miozin. A miozin képes kötődni az aktinhoz, ez alapján harántcsíkolttság fedezhető fel az izmon. Az említett két fehérje összehúzódása segít a mozgásban. (Internet 9)



2. ábra: A harántcsíkolt izom felépítése (Internet 14)



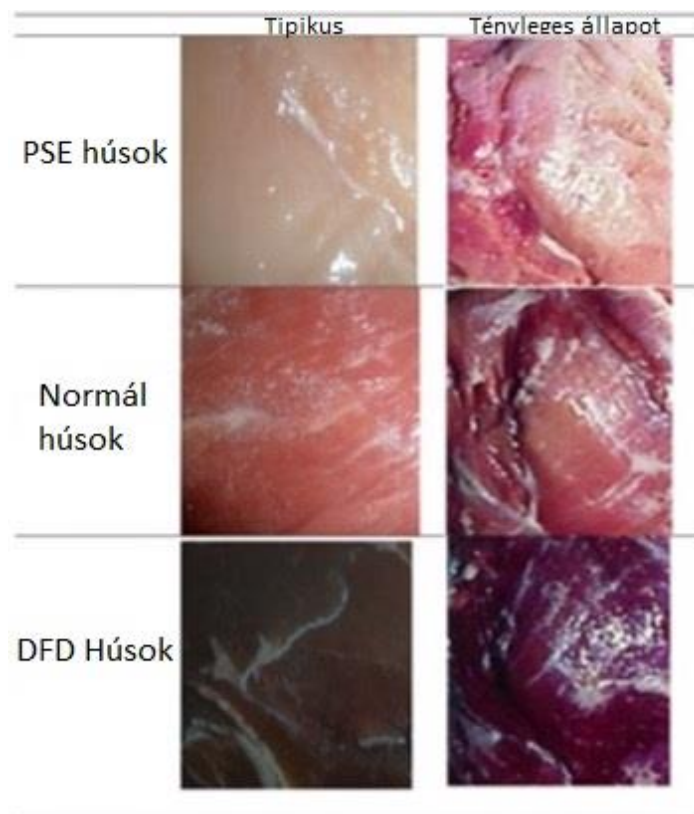
3. ábra: A három izomszövet típusai (Internet 15)

Az izom belső jellemzői - mint például a pH, az izomtípus, az izomrosttípus összetétele, a mioglobin koncentrációja, a hús szinkémiai tulajdonságaihoz kapcsolódó különböző szubcelluláris összetevők bomlása és a víztartó kapacitás - befolyásolják a sovány szín és a színváltozás különbségeit a tárolás vagy a kiállítás során. Az állatok genetikája a környezeti tényezőkkel kölcsönhatásban határozza meg ezeket az izomjellemzőket és azt, hogy hogyan reagálnak a levágás utáni kezelésre. Az ezeket az izom jellemzőket befolyásoló, vágás előtti tényezők közé tartozik a nem, az életkor, a takarmány energiasűrűsége, a takarmányon töltött idő, a szezonális és a vágás előtti stressz. (Ruedt, Gibis, és Weiss, 2023)

3.3 A húshibák

A vágás után megkülönböztetünk háromfajta húserést. Ezek közül kettő rendellenes húserésnek számít, amely hibás húst eredményez. Ez a háromfajta a normális hús, a PSE hús, és a DFD hús. Ez az élelmiszeripar számára több téren is előnytelen, ugyanis befolyásolja az eltarthatóság idejét, romlandóbbak lehetnek a húsok, a vásárlók véleményét is befolyásolhatja és a húskihozatalra is hatással lehet. A fajta, a nem, a faj, az állatok vágás előtti és utáni kezelése a fő hajlamosító tényezők közé tartozik, amelyek hozzájárulnak a PSE és DFD kialakulásához a húsokban. (Adzitey és Huda 2011)

A 4. ábrán láthatóak a húshibák és a normál hús összehasonlítása, amelyek egyértelműen mutatják a termékek minőségét.



4. ábra: A tipikus húshibák bemutatása (Adzitey és Huda, 2011)

Ezeket a húshibákat sok esetben a stressz okozza, amelyeket az állat kap a vágás előtt. Így a stresszt célszerű megelőzni vagy csökkenteni. Napjainkban a gazdák, a kutatók és a húsipar valamennyi érdekeltje komoly erőfeszítéseket tesz a PSE és DFD húsok előfordulásának csökkentése érdekében. A húsokban előforduló ilyen esetek csökkentésére szolgáló modern technológiák közé tartozik az élő állatokat a vágóhidra szállító járművek gondos kialakítása, a vágóhidak kialakítása, a kábítási módszerek és a hűtési eljárások. (Adzitey és Huda 2011)

A két húshibát az alábbiak szerint lehet jellemezni:

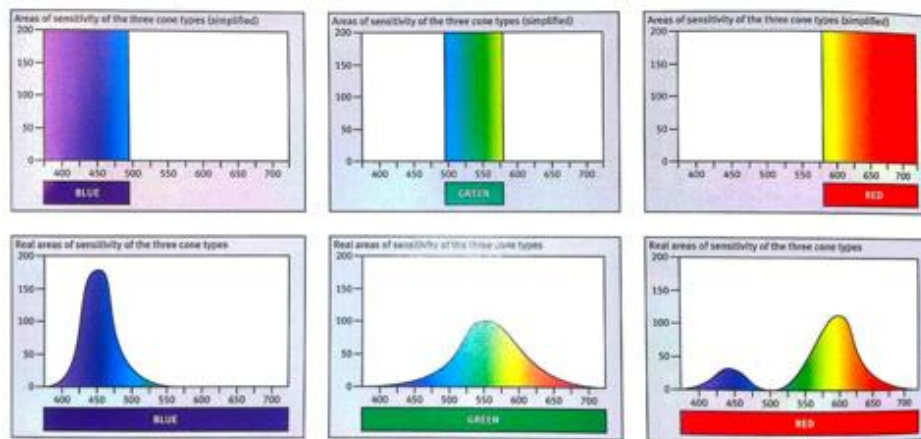
A PSE hús hiba gyors vágás következtében történik meg. A hús pH-ja lecsökken körülbelül $x < 5,5$ -re és ahogyan az angol neve is utal rá, sok levet ereszt a hús, a színe halvány, sápadt lesz, a vízkötő képessége is lecsökken. A fehérjék egy része denaturálódik az alacsony pH hatására. A stressz mellett szerepet játszik, hogy sokszor már az élő állat szervezetében elindul a glikolízis, így ehhez a hibához vezethet. (Poznyakovskiy és mtsai. 2015)

A DFD hús hiba akkor alakul ki, amikor vágáskor kevés a húsban a glikogén és nem csökken megfelelően a pH szintje, akkor viszont a PSE hús ellenkezőjét érzük el. Itt a pH szintje $x > 6,2$. Itt is ahogy angol megfelelője utal rá, a hús színe sötét lesz, az állománya kemény és feszes, nem lép fel léeresztés vagy csak nagyon minimálisan. (Poznyakovskiy és mtsai. 2015)

3.4 A szín mérése

Milyen ideális lenne, ha a való életben is tökéletes színekkel rendelkeznénk, mint például, ha valaki azt mondaná, hogy piros, akkor az csak a (255;0;0) RGB színkódra értetendő lenne. Itt igazából arról van szó, hogy rengeteg az emberi szemnek az átmenet, amely sok hibát enged szülni. Mi emberek a szemünk érzékelésével, akár a bordó színre is pirosat mondanánk. Az RGB ideális, mert leírhatunk vele bármilyen szint értékekkel, de nem felel meg az pontosan az emberi szem érzékelésének és a valós világ pontos színeinek sem. Sajnos nem lehet elérni a tökéletes színeket a való életben, mert rengeteg kritikus tényező befolyásolhatja ezek felismerését. A fontos tényezők, amelyek befolyásolják ezt, azok a világosság, fényviszonyok, a szín telítettsége és a színárnyalata. Ha a CIELAB rendszerben nézzük, akkor 3 értékünk van, az L^* , a^* , b^* . Az L^* érték adja meg a világossági tényezőt, amely a tárgy színétől független fényességet adja meg. Az a^* érték adja meg nekünk, a zöld és a vörös közötti átmenetet. A b^* érték adja meg a kék és a sárga közötti átmenetet. Az érzékelhető színnek árnyalat, világosság és telítettség tulajdonságai vannak. A színárnyalat a szín leírása, ahogyan azt a nyelvben kommunikáljuk (piros, sárga, zöld, kék stb.). A színárnyalatot a húsfelületről az érzékelőhöz visszaverődő meghatározott hullámhosszok határozzák meg. A világosság a szín fényességét vagy sötétségét írja le. A telítettség arra utal, hogy a szín mennyire élénk vagy tompa. A szín mérésére vagy leírására számos módszert dolgoztak ki. (Internet 5)

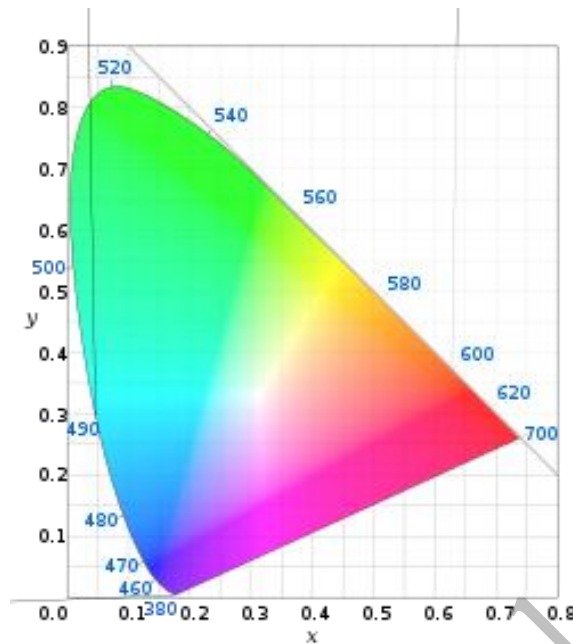
Az 5. ábrán megfigyelhető, hogy az ideális színek jelentősen különböznek, az olyan színekhez, amelyek az emberi szem számára láthatóak. Az érzékenységi területek átfedik egymást, amely azt eredményezi, hogy nehezebb a valós szín meghatározás, és ez akár össze is mosódhat az emberek számára.



5. ábra: A színek hullámhossz alapján (fent) és a szem tényleges érzékelése hullámhossz alapján (lent) történő összehasonlítása egyszerűsített kúpmodellben (Internet 5)

3.4.1 A CIELAB színrendszer leírása

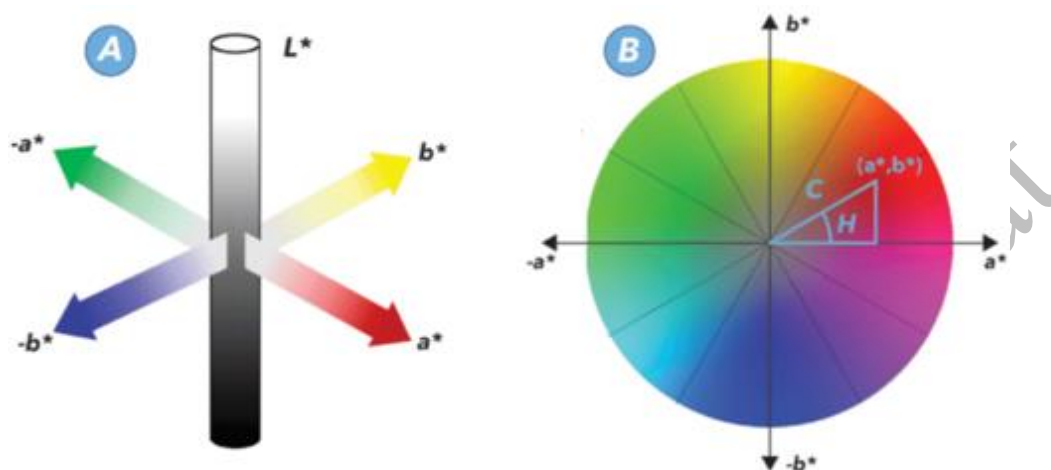
Az XYZ tristimulus értékek és a kapcsolódó Yxy színtér létrehozta a szín leírásának módszertanát. Ebből alakult ki a CIE x, y színtér diagram (6. ábra). Ez az ábrázolás lehetővé tette, hogy az akromatikus színek (halvány vagy tompa színek, alacsonyabb telítettség) benépesítsék a diagram közepét, míg a diagram perifériája felé haladva a kromaticitás növekszik (élénkebb színek, nagyobb telítettség). A periféria körül a vörös, a zöld és a kék alapszínek és az ezeknek a színeknek megfelelő látható fény hullámhosszai helyezkednek el. A kromatikus diagram lehetővé tette az x és y színértékek koordinátás ábrázolását a szín (árnyalat) és a telítettség (élénkség) meghatározásához. (Internet 10)



6. ábra: CIE színtér diagram (Internet 16)

A CIE $L^*a^*b^*$ színtér későbbi kifejlesztése lehetővé tette a színek háromdimenziós térben való kifejezését (7. ábra). Az emberi szem kékre, zöldre és vörösre adott optikai válaszai miatt a számítások ezeket a válaszokat L^* , a^* és b^* értékekké alakították át. Ezek kombinálásával egy háromdimenziós színtér jön létre. A színtérben az a^* értékeket az x-tengelyen, a b^* értékeket az z-tengelyen, az L^* értékeket pedig a y-tengelyen ábrázolják (7. ábra). A színtér közepén a semleges szürke található. Az a^* tengely mentén a pozitív a^* a vöröset, a negatív a^* pedig a zöldet jelöli (a skála a vörös +60-tól a zöld -60-ig terjed). Az z-tengely mentén a pozitív b^* a sárgát, a negatív b^* pedig a kéket jelöli (skála +60-tól a sárga esetében -60-ig a kék esetében). A harmadik dimenzió, az L^* , numerikusan ábrázolva van, ahol a 100 a fehéret és a 0 a feketét jelenti (7. ábra). Ebben a színtérben az a^* és b^* értékek ábrázolhatók a hús minta színének vagy árnyalatának megállapításához. Az L^* érték segítségével meghatározható a minta világossága vagy sötétsége. Ezért trigonometrikus függvények segítségével kiszámítható a minta x-tengelytől való eltérésének beesési szöge a minta árnyalatszögének meghatározásához, és kiszámítható a minta XYZ-vonalak origójától való távolsága a minta telítettségének vagy élénkségének meghatározásához. A színárnyalat szögét a következőképpen számítják ki: $h = \arctangens(b^*/a^*)$. Például 14,12-es CIE b^* érték és 47,63-as CIE a^* érték esetén a színárnyalat-szög 16,51 lenne. Ezért az a^* és b^* pontoknak a színárnyalat-szög képletbe való beillesztése 0° -tól 360° -ig terjed a minta színének meghatározásához. Hasonlóképpen, mivel a színek a színtér periferiája körül élénkebbé válnak, minél távolabb vannak az a^* és b^* ábrázolási pontok az origótól, annál

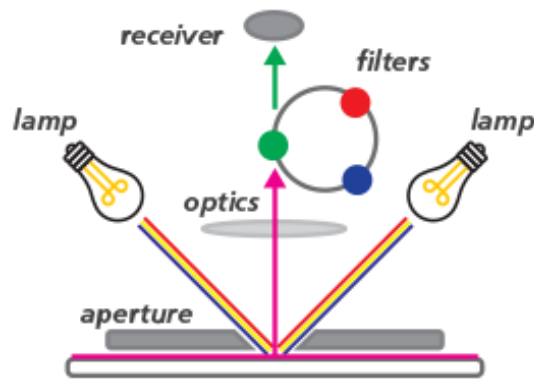
élénkebb a szín. A színárnyalat (telítettségi index) az a^* és b^* értékekből $(a^2 + b^2)^{0,5}$ értéként számítható ki. Például 47,63 a^* érték és 14,12 b^* érték esetén a színárnyalat (telítettségi index) 49,68 lenne. Ezekkel az adatokkal a színekülönbségek kiszámíthatók és objektíven összehasonlíthatók. (King és mtsai. 2023)



7. ábra: A: Háromdimenziós CIELAB színtér, ahol az L^* tengely a szín világosságát jelöli; B: Kétdimenziós CIELAB a^*b^* sík, ahol a C a színtelítettséget és a H az színárnyalatot jelöli. (Delazio, Israr, és Klatzky 2017)

3.4.2 A szín mérésére alkalmas eszközök típusai

A koloriméter a fényforrás színének mérésére szolgáló eszköz. Három típusa van: tristimulus, denzitométer és spektrofotométer. A tristimulusos koloriméterek három szűrőt használnak a fényforrás színének mérésére. Ezek a leggyakoribb típusú koloriméterek, és LED-ek, kijelzők és más fényforrások színének mérésére használják őket. A kromaméter ugyanazon az elven működik, mint ahogyan az emberi agy a szem segítségével a tárgyak színét érzékeli. A szín-inger mérő olyan szűrők segítségével méri a színeket, amelyek megfelelnek az emberi szem sejtjeinek. 8 mm-es mérési területen biztosítja az eszköz a méréseket. Egy belső fényforrás segítségével a koloriméter fényt bocsájt a minta felületére. Ahogy a fény visszaverődik a készülékhez, három szűrőn halad át, a vörös, a zöld és a kék szűrőn. (Internet 13) Ezek a szűrők olyan RGB értékeket alkotnak, amelyek megfelelnek annak, ahogyan a szemünk a színeket látja. („Colorimeter - Types, Principle, Diagrammatic Representation, Working and Uses” 2022)



8. ábra: Színmérő műszer működési elve (Internet 6)

Mivel ezek a műszerek olyan szűrőket használnak, amelyek szorosan illeszkednek az adott sejtek spektrális érzékenységéhez, korrelálnak egy tipikus emberi megfigyelővel, így nyomon követhető mérési adatokat szolgáltatnak a mintához. Konzisztens és megismételhető méréseket biztosít a számunkra, amely kritérium. Jellemzően az élelmiszeriparban használatos, de rengeteg más ipari területen is előfordulhat homogén, illetve inhomogén minták vizsgálatára is. A húsok mérésére, vizsgálatára tökéletesen megfelelő ez az eszköz, amelyet előszeretettel alkalmaznak a tanszéken is. („Measuring Color JISL” é. n.)

A denzitométeres koloriméterek egyetlen szűrőt használnak a fényforrás színének mérésére. Ezeket a tinta vagy más folyadékok sűrűségének mérésére használják. Legfőképpen a nyomdaiparban használatosak. („Demand for Color Measuring Instruments in Printing”, 2023)

A spektrofotométeres koloriméterek prizmát használnak a fénynek az alkotószínekre való bontásához. A fényforrások spektrális teljesítményeloszlásának mérésére szolgálnak. Sokrétű a felhasználási módjuk, több területen is bőven helyt állnak. (Shrestha, 2022)

A szakdolgozatom folyamán csak a tristimulusos koloriméterrel dolgoztam, mert ez volt a legrelevánsabb ehhez a témához és a legalkalmasabb a minták méréséhez.

3.4.3 Professzionális mérőberendezések szín mérésére

Az élelmiszer minőségének kimutatása könnyen elvégezhető az élelmiszeriparban használt kiváló minőségű spektrofotométerek segítségével. A spektrofotométer a mintát

polikromatikus fényforrásnak teszi ki. Ezt az anyagról visszaverődő fényt ezután a látható fény spektrumába eső összetevőkre bontja. Ezek az adatok most már számszerűsíthető egységekké konkretizálhatók, amelyek a minta színminőségét mérik. Egyszerűsítve, a spektrofotométerek a fényintenzitást hullámhosszokkal mérik, és a Beer-Lambert-törvény alapján (amely alapvetően azt magyarázza, hogy az abszorbancia lineárisan függ a koncentrációtól - ahogy a koncentráció nő, úgy nő az abszorbancia is) ennek a mérésnek a segítségével tudják meghatározni az oldat koncentrációját. Ezeket az eszközöket egy- vagy kétsugaras kivitelben tervezik. Az egysugaras spektrofotométerek a minta bevezetése előtt és után mérik a fényintenzitást, míg a kétsugaras spektrofotométerek a referencia fényút és a mérendő minta közötti fényintenzitást hasonlítják össze. A kétsugaras modellek pontosabbak, mivel kevésbé érzékenyek a fényforrás ingadozásaira, az egysugaras opciók viszont nagyobb hatótávolsággal rendelkeznek és kompaktabbak. Továbbá a spektrofotométereket gyakran az elektromágneses spektrumon belül az általuk mért konkrét fény alapján kategorizálják, például az infravörös, a közeli infravörös, az ultraibolya vagy a látható tartományban. Attól függően, hogy a minták milyen típusú fényt engednek át, meg kell győződnie arról, hogy a készülék képes mérni ezt a tartományt. (Internet 7)

3.5 Okostelefonok használata az élelmiszeriparban

A beépített kamera az okostelefonok leggyakrabban használt eszköze az érdeklődésre számot tartó tárgyak vagy anyagok érzékelésére és azonosítására. Az okostelefonok kameráinak előnye a nagy felbontású képalkotás (több mint 12 megapixel), a kézi vagy automatikus expozíció- és fókuszvezérlés, az egyszerű használat, a hordozhatóság és a programozhatóság. Ezen előnyök miatt a mezőgazdaság és az élelmiszeripar területén sokrétű kutatás folyik a beépített okostelefon-kamerák alapján.

Ma már bőven rendelkezésre állnak színmérő műszerek, de ezek nem feltétlen a legjobb választások bizonyos szempontokból. Drága készülékek, korlátozottan érhetőek csak el és nem találhatóak meg minden háztartásban. Előfordulhat, hogy a berendezés helyhez kötött vagy esetleg áramforrást igényel, mert nem akkumulátoros működésű. A színmérő telefonok ezeket a problémákat orvosolhatnák, de vannak ennél a módszernél is korlátozások. Az a probléma az okostelefonokkal, hogy a kamera képe nem áll rendelkezésre a feldolgozás előtt. A feldolgozható képet már módosították, és JPEG formátumban áll rendelkezésre. A pontos számítások elvégzéséhez szükség van a kamera nyers adataihoz való hozzáférésre, ami nem lehetséges, mert a gyártók titokban akarják tartani a számítási

algoritmusait. Szerencsére a legtöbb készülék a képeket sRGB (standard RGB) színtérrel menti el, amely a kijelzők, nyomtatók és az internet szabványa is. Sajnos az sRGB színtér nem veszi figyelembe, hogy a környezet színe megfelel-e a kamera által reprodukált színértéknek. Nem ad pontos eredményt, mivel a színeket a kamera generálja, de feltételezve, hogy minden eszköz hasonló színteret használ, némi korlátozással elvégezzük az összehasonlítást. Az sRGB-összehasonlítással megállapítható, hogy az eredmények eltérnek, de azt nem, hogy pontosan mennyire változik a színvisszaadás a telefon kamerája között. (Internet 5)

3.5.1 A húsmínőséggel kapcsolatban okostelefonos kamerát használtak a pácolt hústermékek zsírtartalmának mérésére

A kamera a saját LED (fénykibocsátó dióda) zseblámpájával színes képet készít, és a képet vörös, zöld és kék képekre bontja. Ezeket a képeket elemzik a zsírtartalom vizsgálatához. (Cruz-Fernández és mtsai. 2016)

Kifejlesztettek egy módszert, amellyel mobiltelefon kamerájával történő képfeldolgozással meghatározható a különböző húskészítmények zsírtartalma. A salchichón, chorizo, szalámi és pácolt sonka képeit egy Meizu M2 Mini mobiltelefon kamerájával rögzített fényviszonyok mellett, a mobiltelefon fénykibocsátó diódájának villogtatásával készítették. A képeket Matlab segítségével dolgozták fel, hogy megkapják a pixelek átlagos pixelátlagát a vörös, zöld és kék kameraértékekből, a színeit (RGB), és különböző adatelőfeldolgozási technikákat vettek figyelembe, hogy a színparamétereket korrelálják a kereskedelmi forgalomban kapható minták sorozatából meghatározott zsírtartalom-értékekkel. Soxhlet-módszerrel. Az RGB-értékeket használták bemeneti változóként, és a minták zsírtartalmával való korrelációját vizsgálták a Partial Least Squares (PLS) és a Support Vector Machine (SVM) segítségével. A legjobb korrelációt a zsírtartalom és az RGB színleírók között a szalámi- és szalámiminták esetében találták SVM használatával, a kalibráció, a keresztellenőrzés és az előrejelzés relatív hibája 18%, 20% és 16% volt. Így az okostelefon kamerájának használata egyszerű, olcsó, környezetbarát és gyors módszert kínál a húskészítmények zsírtartalmának meghatározására. (Cruz-Fernández és mtsai. 2016)

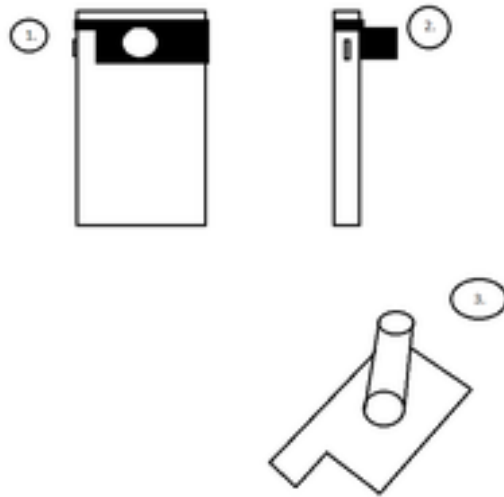
3.5.2 A friss hús színének értékelésére szolgáló okostelefon-alapú spektrométer tervezése

A beépített okostelefon kamera, az új optikai rögzítés és a benne rejlő számítási teljesítmény alapján olyan műszertervezést és validálást javasolnak, amely potenciálisan objektív és pontos módszert biztosíthat a felületi hús színváltozásának és a mioglobin redoxformáinak meghatározására egy okostelefon-alapú spektrométer segítségével. A rendszert úgy tervezték, hogy reflexiós spektrométerként használható legyen, amely utánozza a hús színének értékelésére általánosan használt hagyományos spektrometriát. 3D nyomtatási technikát használnak egy optikai bölcső elkészítéséhez, amely a fénygyűjtéshez, a kollimációhoz, a diszperzióhoz és a megfelelő kamerához szükséges összes optikai alkatrészt befogadja. A mintát visszaverő fény egy tülyukba lép be, majd egy domború lencse kollimálja. Egy diffrakciós rács szétteríti a hullámhosszt a kamera képpontjain, hogy nagy felbontású spektrumot jelenítsen meg. Az okostelefon képen található pixelértékeket három különböző hullámhosszúságú lézermutatóval - 405, 532, 650 nm - a hullámhosszértékek kalibrálásához fordítjuk le. Egy házon belüli alkalmazás segítségével a kameraképeket a külső fényforrás alapján a látható hullámhossztartományban lévő spektrumra alakítják át. A hús hűtését és polcra helyezését szimuláló ellenőrzött kísérletet végeztek, és az eredmények azt mutatták, hogy a színváltozás pontos mérésére képes kvantitatív és spektroszkópiai módon. Arra számítunk, hogy ez a technológia bármilyen okostelefonra adaptálható és felhasználható egy terepre telepíthető színspektrum-vizsgálat elvégzésére, mint gyakorlatiasabb alkalmazási eszköz a különböző élelmiszeripari ágazatokban. (Jung és mtsai. 2017)

4.ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1 Szín mérésére használt okostelefon

A szín méréséhez alkalmazott okostelefon, egy Nokia G10-es modell volt. Azért erre a telefonra esett a választás, mert fontos volt, hogy Android operációs rendszerű telefon legyen, illetve kellőképpen jó legyen a hátlapi kamerája. Fontos volt az is, hogy a kamerája szimmetrikus legyen és középen helyezkedjen el, ugyanis ezt a mobiltelefont egy mérőeszközzé kellett alakítani. A telefon magassága: 164,9 mm, szélessége: 76 mm, mélysége: 9,2 mm. A kamerasziget széle a legtetejétől 10 mm-re van, az oldala a kameraszigetnek a legtetejétől 24 mm-re van. A telefon kamerájának a kiemelkedése a hátlapból több, mint 1 mm. A kamerasziget legömbölyített, mindennel együtt az átmérője 28,5 mm. Csak a kamera átmérője 26 mm. Ezek a fizikai adatok voltak szükségesek, hogy a telefont mérőeszközzé alakítsuk át. A probléma ugyanis az volt, hogy a fénynek nem szabadott beszűrődnie mérés közben, mert az hibás eredményeket adott volna. Így egy 3D nyomtatott eszközt (10. ábra) készítettünk az okostelefonra. A nyomtatott eszközhöz megadtunk bizonyos kritériumokat, amelyeknek teljesülnie kellett ahhoz, hogy hatékonyan tudjunk dolgozni a továbbiakban. A cső belső átmérője 35 mm, a pontosság nem kritikus. A cső hossza 50 mm, a pontosság nem kritikus. A falvastagsága lényegtelen, a legfontosabb kritérium az, hogy stabil legyen és hogy sikeresen tudjuk rögzíteni a mobiltelefonon. Ehhez szükséges egy telefonra illeszkedő alap, amely viszonylag könnyen fel és leszerelhető legyen, ha lehet rácsúsztatós, de ha nem az sem probléma. Fontos, hogy úgy illeszkedjen a telefonra, hogy fény ne szűrődjön be. A rögzítés ne nyomjon meg gombot a telefonon. Kritikus a hátulnézetben bal oldalon lévő gomb, amely a kamerasziget közepéig ér. Tehát ezen az oldalon a 9. ábra szerint vékonyabbnak kell lennie a rögzítésnek. Ha lehetséges, minél sötétebb színe legyen a nyomtatványnak, de ez nem kritikus, mert ki fogjuk bélelni fényelnyelő anyaggal, így ez inkább esztétikai kérdés. Ahogy a 10. ábrán is megfigyelhetjük, a cső belsejét kibéleltük öntapadós optikai fekete filc anyaggal. Erre azért volt szükségünk, hogy elnyelje a kamera vakufényét és ne zavarjon bele a mérésbe a sötétzöld színű 3D nyomtatvány.



9. ábra: 3D nyomtatás elképzelése (1. rajz: előnézet 2. rajz: oldalnézet 3. rajz: eszközzrajz elképzelése)



10. ábra: Az okostelefon kamerájára rárakható 3D nyomtatott eszköz



11. ábra: Az okostelefonon elhelyezett 3D nyomtatvány

4.2 A referencia műszer, Konica Minolta CR400

A referencia színmérő műszerünk a Konica Minolta CR400-as eszköz volt (12. ábra). Ez egy tristimulusos koloriméter.



12. ábra: Konica Minolta CR400 színmérő eszköz

A színmérő eszközt minden első használat előtt kalibrálni kell a főmenüben kiválasztott „CAL” gomb megnyomásával. A kalibráció elvégzéséhez adott az eszköz gyártója egy úgy nevezett kalibráló csempét, amelyet az 13. ábrán lehet látni. A kalibráció után a csempe felett lévő számoknak és az eszköz által kimutatott számoknak meg kell egyezniük. Ha ez megtörtént, akkor sikeres volt a kalibrációja az eszköznek és következhetnek a mérések. A mérési eredményeket meg lehet jeleníteni XYZ rendszerben, illetve L^* a^* b^* -ban is. Ezt a COLOR gomb megnyomásával lehet változtatni.



13. ábra: Konica Minolta CR400 kalibráló csempe

4.3 A szín mérő applikációhoz használt fejlesztő eszköz

A szín mérésére az okostelefonon keresztül az úgynevezett <https://appinventor.mit.edu> nevű webes felületet használtam. Az MIT App Inventor egy intuitív, vizuális programozási környezet, amely lehetővé teszi mindenkinek, hogy teljesen működőképes alkalmazásokat készítsenek Android telefonokhoz és táblagépekhez egyaránt. Nagyon hatékonyan lehet létrehozni benne egyszerűbb vagy összetettebb alkalmazásokat. Az egész rendszer blokkdiagramszerűen működik. Összekapcsolódó blokkokat alkalmaz, amelyek az egyes kód elemeket reprezentálják. (Internet 11) A módszerek köszönhetően programozási elvek szintaktika ismerete nélkül elsajátíthatóak. Ez lehetővé teszi a nagyobb, komplexebb alkalmazások létrehozását lényegesen rövidebb idő alatt, mintha hagyományos fejlesztői környezetben készítettük volna. Az egész felület mögött egy integrált fejlesztői környezet található, amely főleg Java programozásból áll a háttérben, tehát erre épül fel. A Java egy ötödik generációs, magas szintű programnyelv. Nagy előnye, hogy objektumorientált programozással bír és operációs rendszerektől független, ugyanis minden fajta operációs rendszeren megtalálható és használható, tehát platformfüggetlen.

Az alkalmazás készítése folyamán kettő fő felület közül lehet választani. Az egyik a Designer felület, ahol az alkalmazás kinézetét lehet személyre szabni, gombokat lehet létrehozni, különböző komponenseket lehet berakni a látható részekbe az applikáción belül. Itt lehet továbbá szerkeszteni a betűméreteket, színeket, típusokat, kiíratni szövegeket. Ezen a részen fogja a fényképeket is megjeleníteni a Canvas nevezetű tulajdonság. A másik felület

a Blocks rész. Gyakorlatilag ez határoz meg mindent, ami a Designer felület mögött található. Itt lehet a Designer részen betett gombokat és komponenseket beprogramozni, hogy mit csináljanak, ha például megnyomjuk őket. Itt helyezkednek el sokfajta blokkdiagramok, amely mind más és más feladatot látnak el. Angolul nevezték el őket, így a blokkok megértésében nagy szerepet játszik az angol nyelvtudás például: when (amikor), call (hívd elő), set (állítsd be). A beépített blokkok között megtalálhatóak vezérlő blokkok például: if...then (ha...akkor), logikai blokkok például: true (igaz), false (hamis), matematikai blokkok például: square root (négyzetgyök vonás), szöveg blokkok például: ” ” az idézőjelek közé bármi írható, lista blokkok például: make a list (csinálj egy listát), szótár blokkok például: create empty dictionary (készíts egy üres szótárt), szín blokkok, ahol különböző színek találhatóak, változó blokkok például: initialize global name to (értékkadás globálisan) és végül az eljárások blokkjai például: call (előhívás).

Az elkészített alkalmazást a saját telefonunkon úgy lehet futtatni, hogy előtte le kell tölteni egy segédalkalmazást. Ennek a segédalkalmazásnak a neve MIT AI2 Companion. Ez egy alkalmazás, amelyet az MIT fejlesztett ki, arra a célra, hogy a saját applikációkat könnyebben és gyorsabban tudjuk megnézni a gyakorlatban, illetve fejleszteni. A Google Play áruházból tölthető le. Úgy működik, hogy a főoldalon a Connect (csatlakozás) fül alatt az AI Companion-t kell kiválasztani. Ekkor a weboldal feldob egy QR kódot és mellette egy hat számjegyű kódot. Itt a felhasználó eldöntheti, hogy a QR kódot olvassa be vagy a kódot írja be a segédalkalmazáson keresztül. Ha ez megtörtént, akkor láthatjuk az alkalmazásunkat, amit eddig csináltunk, hogy hogy néz ki, hogyan is működik, megfelel-e az elképzeléseinknek. Ezzel a módszerrel csak a kapcsolat megszakadásáig lehet használni az applikációkat, így a tesztelési fázisban használatos. Nagyon fontos, hogy ez csak akkor működik, ha az összes érintett eszközünk (okostelefonok, laptop, számítógép) ugyanarra a Wi-Fi hálózatra csatlakozik. Hogyha mindent megfelelőnek találtunk, akkor az applikáció kódját és magát az applikációt is külön-külön le tudjuk menteni permanensen. Az applikáció kódja .aia fájlként menthető le, amíg maga az applikáció .apk fájlként fog megjelenni. Innen tovább küldve osztható meg azzal, akivel szeretnénk vagy tölthető fel bizonyos helyekre például a Google Play Store-ba. Ha már letöltöttük ezzel a módszerrel, akkor az applikáció megmarad a telefonunkon.

4.4 A húsok és a rajtuk elvégzett mérések módszerei

Az okostelefonos mérés mellé kellett egy hitelesített, referencia színmérő eszköz. Ez volt a Konica Minolta CR 400-as eszköz. Minden mérést ehhez hasonlítottam és minden mérés után ezekből a Konica Minolta által megadott L, a, b, adatokból vontam le a következtetéseket az okostelefon pontosságával kapcsolatban. Két körben történtek a mérések. Egyszer egy friss applikáció verzióval, ahol még nagyon eltértek az adatok az applikáció és a mérőműszer között, így ott a tapasztalat szerzése volt a fő cél és a hibák keresése, hogy a következő mérési alkalomra, minél pontosabban és jobban mérjen az applikáció. Továbbá ez alapján tudtam tovább fejleszteni az applikációt és a problémákat kiküszöbölni. A második mérés alapján történt az adatok és értékek összegyűjtése, egy frissített applikáció verzióval, ahol a korrekció módszerét alkalmaztam.



14. ábra: A húsminták egy része a mérés során fólia nélkül

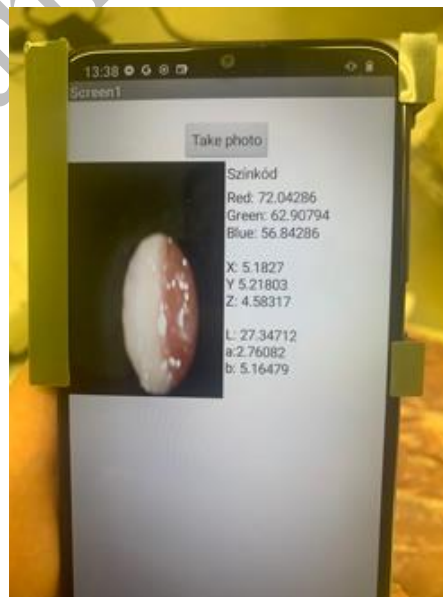
A 14. ábrán látható húsok voltak a mérések fő alanyai. Ezeket a húsmintákat le kellett fóliázni (15. ábra), ugyanis kisebb mértékben levet eresztettek, amely károsíthatja akár a Konica Minolta eszköz fényérzékelő részét. Továbbá zavarhatja a mérési eredmények pontosságát is. Mind a négy szeleten 3 teljesen különböző pontot mértem. A mérések folyamán először mindig a Konica Minolta eszközt használtam és utána csak a telefont. Ezt azért ilyen sorrendben hajtottam végre, mert amikor a Konica Minoltával mértem, akkor erősebben rá tudtam nyomni a hús felületére az eszközt, így a fólián egy jól látható kör keletkezett, amelyen belül sokkal jobban tudtam méréseket végezni a telefontal. A telefontal 4 szelet különböző sertéshúst mértem. A méréseim folyamán csak sertéskarajjal dolgoztam. Mindegyik szelet húson kiválasztottam magamnak 3 tetszőleges pontot, amelyeket valamennyire változatosnak véltem (például fehérebb, zsírosabb rész volt). Mivel a telefon kamerájának a mérőköre sokkal nagyobb, mint a Konica Minolta színmérő eszközé, így minden pont mérése után a Konica Minoltával kb. 15-ször kellett mérni egy nagy körön

belül. A Konica Minolta 8 mm-es mérési körrel rendelkezik, a telefon pedig 40 mm-es átmérővel. Minden mérés után apránként előrébb mozgattam az eszközt és ezt a nagy körön belül 15-ször ismételt meg különböző pontokon. A kapott L^* , a^* és b^* értékeket 15-ösével átlagoltam és ezek alapján számoltam ki a végső mérések eredményeit. Az XYZ és az L^* , a^* , b^* értékeket leírtam papírra.



15. ábra: A húsminták egy része a mérés során fóliával

Sajnos itt a folyamat során történhetek bizonyos mérési hibák, mert a fólián visszaverődő fény a telefon vakujának hatására visszaverődhetett, amely a lentebb lévő ábrán jól látszódik. (16. ábra) Általánosságban azonban elmondható, hogy lényegesen nem okozott mérési hibát, mert teszteltem fólia nélkül is és fóliával is a kamerát.



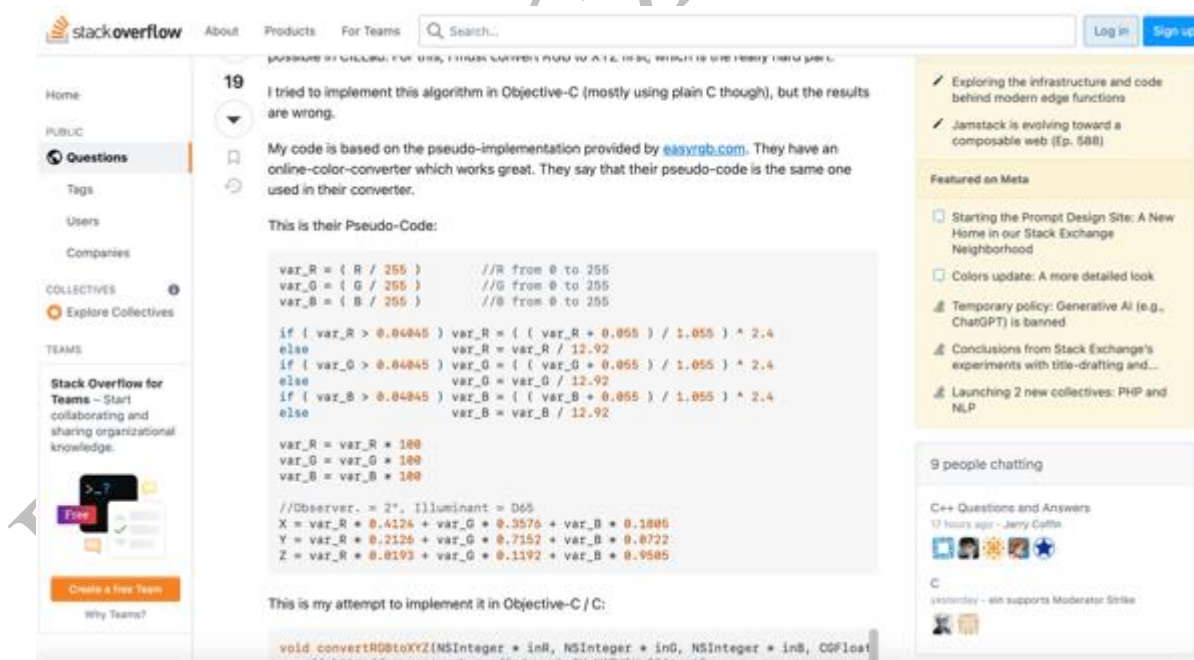
16. ábra: Okostelefonnal való mérés közben a hús

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

5.1 Alkalmazás kifejlesztése

Az alkalmazásom kifejlesztése az okostelefonra a korábbiakban bemutatott MIT App Inventoron keresztül zajlott. Az egész folyamat gyakorlatban ezzel a fázissal kezdődött.

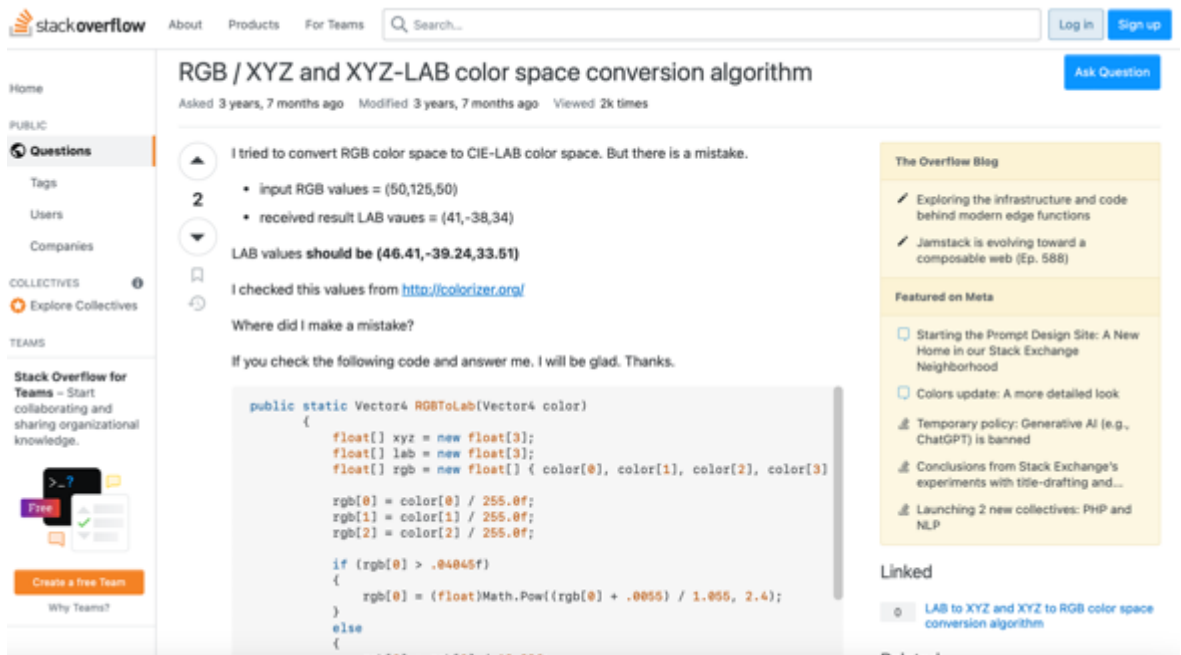
A folyamat első szakaszában az volt a fő cél először is, hogy a kamerát tudjam működtetni és megnyitni az applikáción keresztül. Későbbiek folyamán észrevettem, hogy a szoftverbe alaptól bele van építve RGB (red, green, blue) színmérő. Ez hasznos volt számomra a további fejlesztésekhez, mert a CIELAB színteret kellett alkalmaznom, ugyanis a Konica Minolta eszköz a tanszéken ezzel a színrendszerrel dolgozik. Ezt úgy lehetett megvalósítani az RGB-n keresztül, hogy először is XYZ színrendszerre kellett átszámolnom, majd abból lehetett CIELAB-ra. Sajnos közvetlen RGB-ből CIELAB-ra nem lehetett átszámolni. Ehhez a folyamathoz különböző informatikai fórumokat kellett vizsgálnom és ellenőriznem.



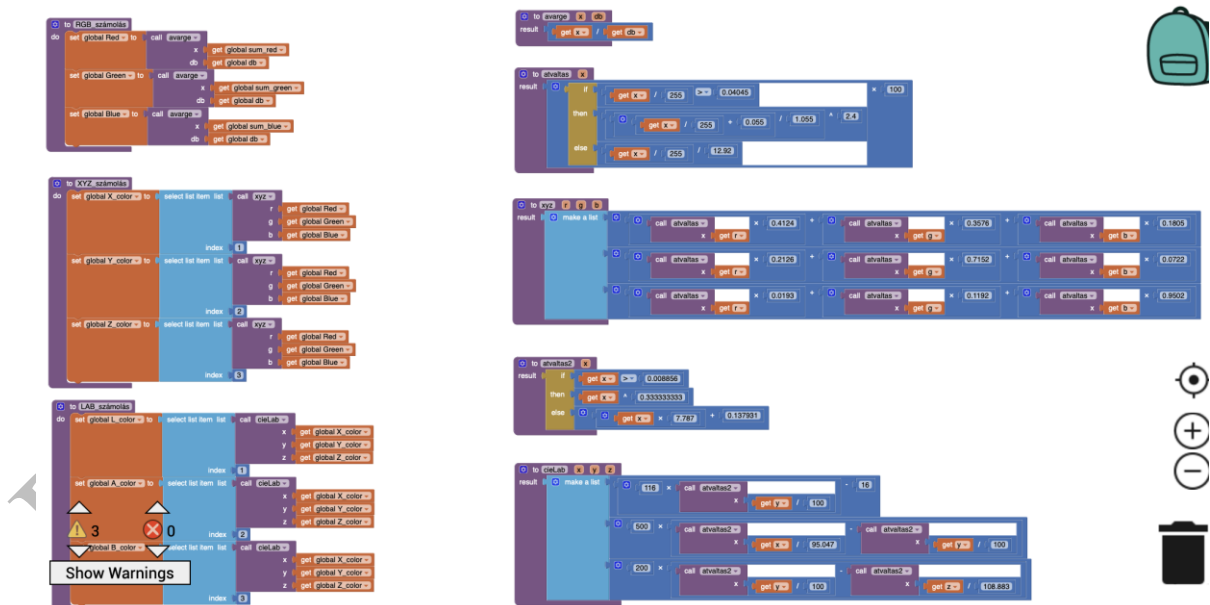
17. ábra: RGB-ből XYZ átváltás C programozásban (Internet 2)

A 17. ábrán figyelhető meg az átváltásnak a logikája, ezt kellett nekem átvinni erről a programnyelvről az én blokkdiagramos módszeremre. Itt RGB-ből váltottam át XYZ-re, amelyet még tovább kellett váltani XYZ-ről CIELAB rendszerre. Szerencsére itt nem

számított, hogy milyen programnyelvről is van szó, csak az hogy a logikát, illetve a képletet ki tudjam a kódokból szedni.



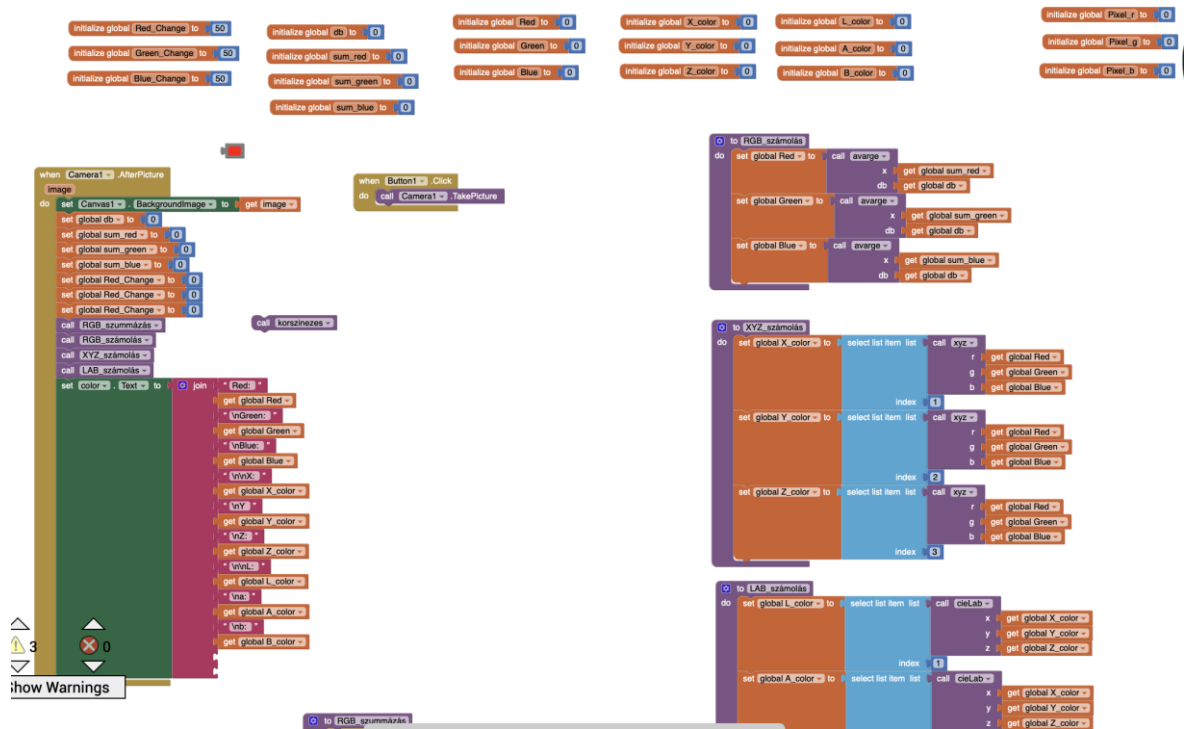
18. ábra: XYZ-ből CIELAB átváltás C# programozásban (Internet 3)



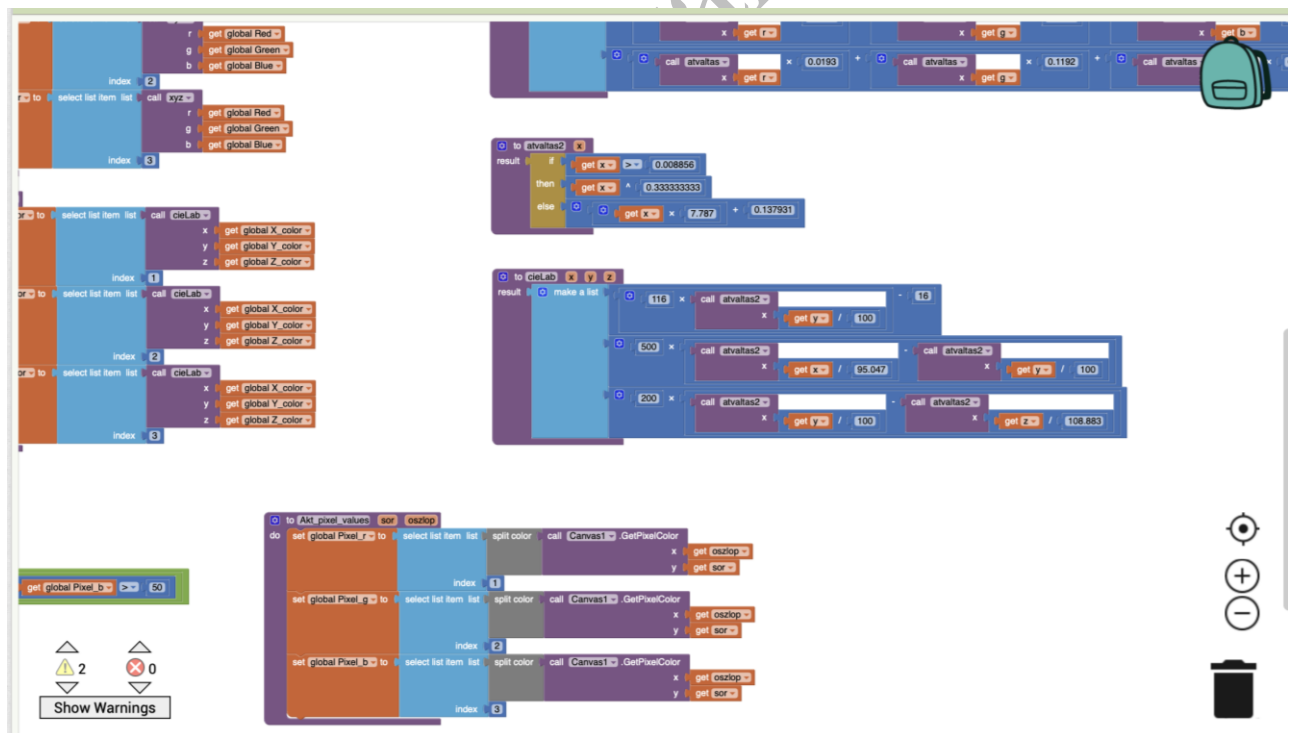
19. ábra: Színrendszerek átváltása RGB-ből XYZ-re és CIELAB-ra az Appinventorban

Ahogy a 19. ábrán megfigyelhető, így volt lehetőségem megvalósítani az átváltásokat a gyakorlatban. Először is inicializálnom kellett az értékeket. Amikor ez sikerült, azután következhetett az átváltás első része az XYZ-nél. Itt egy, ha (if), akkor (then), más (else) sárga dobozzal tudtam megoldani, attól függően, hogy melyik feltételek teljesülnek. Itt

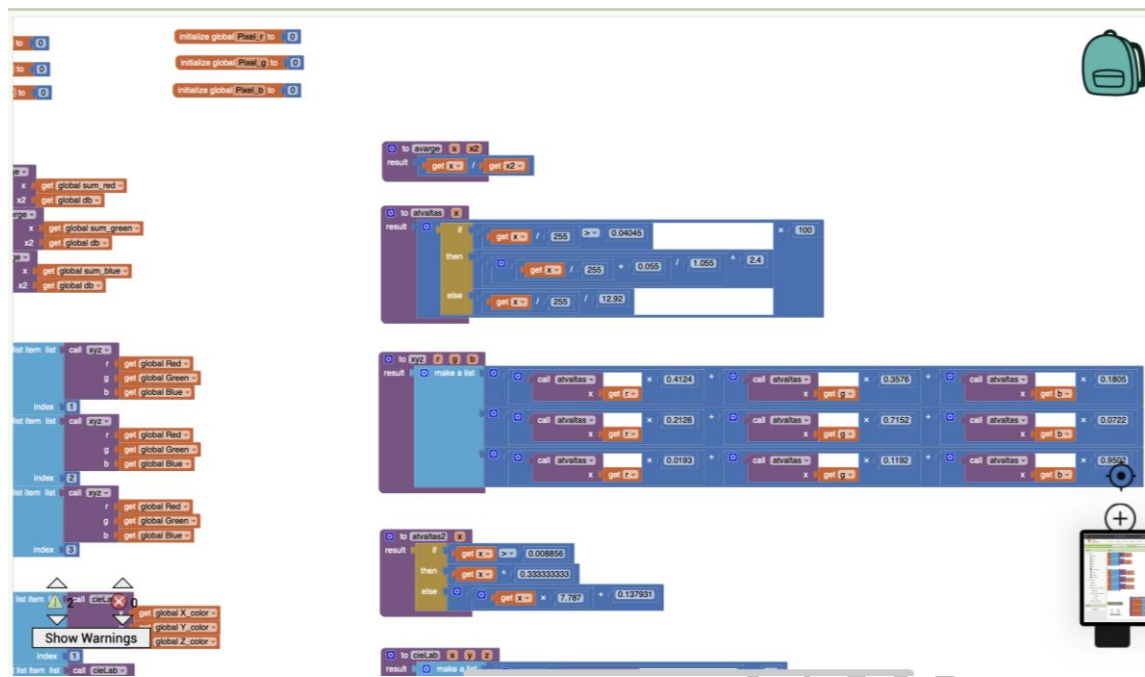
megkapja az x értékeket és egy listába helyezi el őket, amely már a következő diagramban látható világos kék színnel (make a list). Ebből a listából előhívja az értékeket és elvégzi az utána következő számításokat. Ezeket utána a select list item listből előhívja és 3 index alapján mind a 3 értékre kiszámolja r, g, b szerint. Miután ezt megvalósította, összegyűjti az adatokat és megkapjuk az XYZ értékeit. Ugyanez a logika a teljes folyamatra a CIELAB átváltására is, csak a számítások, illetve a számok különböznek. 20. ábrán látható a kezdete az egész applikációnak. A program hiba nélküli használata miatt ajánlott mindent inicializálni, különben a program rosszul számolna és megjegyezné az értékeket minden mérés után, ha nem állítanánk be nullára. A whenButton1.Click függvénnyel hívjuk elő a kamerát. Ha megnyomtuk a gombot és elkészítettük a képet, akkor az afterpicture függvénnyel az összegyűjtött szummázott értékeket kiíratja a képernyőre. Ezeket a call függvénnyel hívja elő. Az Akt pixel values alapján hívja elő a beépített RGB értékeket. (21. ábra) Az RGB szummázás számolja ki azt a területet, amelyen a hús színét mérjük. Erre azért van szükség, mert a telefonra egy fényvédőt raktunk, amelyet fentebb részleteztem. Erre a mérések biztosítása miatt volt szükség, viszont így az applikáció a kamera teljes képét számolta, amelynek kb. 70%-a szükségtelen feketeség, amely zavart okoz a mérésben. Végül úgy oldottam meg, hogy a kör egyenlete alapján egy körben számolja (ami a kamera látható köre, 24. ábrán látható) a színeket, összegzi és küldi tovább az adott értékekhez. Itt állítottam be, hogy mettől-meddig nézze a tartományokat, továbbá hány pixellel számolja a színt. Miután minden átváltást sikerült megoldani az App inventor felületén és sikerültek a számolások, kezdődhetek a mérések a sertéshúsokon.



20. ábra: Az alkalmazás forrása az App Inventorban

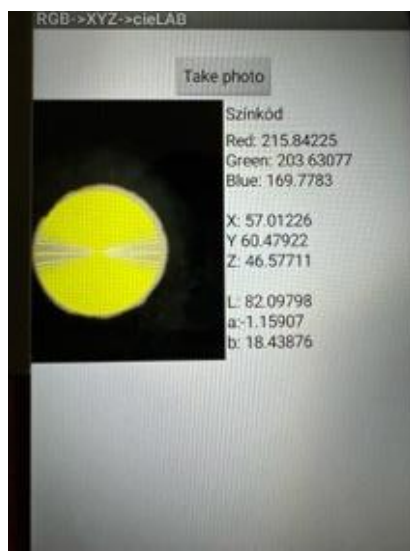


21. ábra: Az alkalmazás forrása az App Inventorban

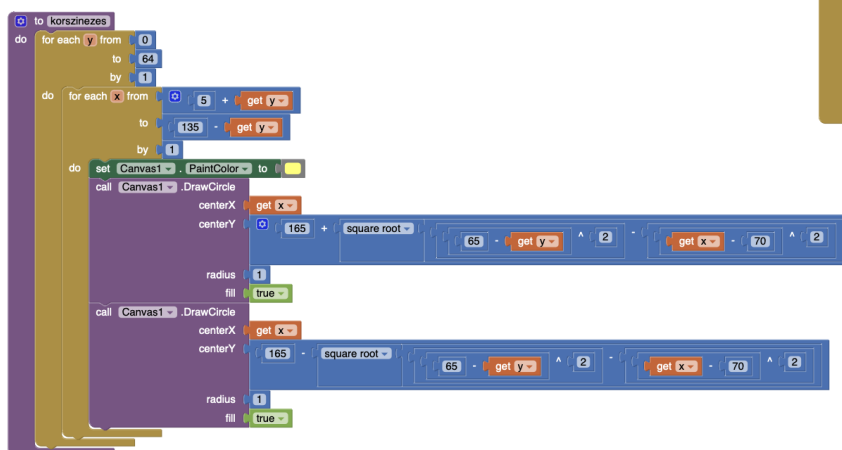


22. ábra: Az alkalmazás forrása az App Inventorban részletesebb kép

A 20-22. ábrákon lévő blokkdiagramokon látható az alkalmazás teljes kódja. Ez tartalmazza az applikációban lévő gombok parancsát, a kamera megnyitását, az RGB színmérést, amelyet később átváltunk XYZ értékekre, azokat pedig CIELAB értékekre. Az alkalmazásnak kettő verzióját hoztam létre. Az egyik verzió tartalmaz egy fényképezés utáni sárga kört. (23. ábra) Erre azért volt szükség, mert eleinte nagyon pontatlanul mért a telefon. Fő oka az volt, hogy a kamera fekete része nagymértékben befolyásolta a valós értékektől a mérést. Megoldásnak azt találtam, hogy csak egy körben, a tényleges mérési felületen nézse a színt a kamera. Ehhez kellett használnom a kör egyenletét, amelyet utána próbaszerűen kellett tologatnom, hogy a tényleges kör képére essen. A 20. ábrán látható call kör színezés. Csak akkor jeleníti meg a sárga kört, ha bele van illesztve a programba.



23. ábra: Kör beállítása a mérő körre az applikációban



24. ábra: Kör színezésének a megoldása

A 24. ábrán látható a kör színezésének megvalósítása, ahol az x és y koordinátákat jelöl. Ennek a többszörös változtatásával és tesztelésével sikerült meghatároznom a kör megfelelő helyzetét, hogy ne mozduljon el. Számolásnál segített meghatározni, hogy a képnek hányadik sorának hányadik pixelénél tartok.

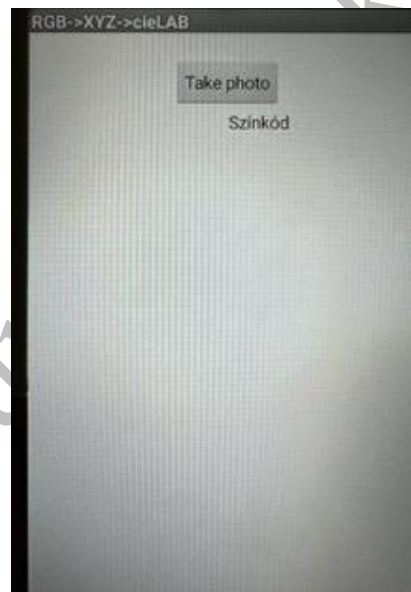
Az első megoldást szoftveresen szerettem volna megoldani úgy, hogy egy RGB korrigációt rakok az alkalmazás főképernyőjére (25. ábra), amelyen lehet állítani az adott fényviszonyoknak megfelelően a piros, zöld, kék értékeket. A legjobban 60, 60, 60 értékeknél működött, de a mérés még mindig pontatlan volt, ezért tértem át a körben számoló módszerre. A 25. ábrán látszódik a fenti sorban 3 érték. Ezek a red (piros), green (zöld), blue

(kék). Ez egy kalibráció, amely a színeket segíti beállítani, hogy minél pontosabb legyen a telefon által mért érték a valódi értékekhez képest.

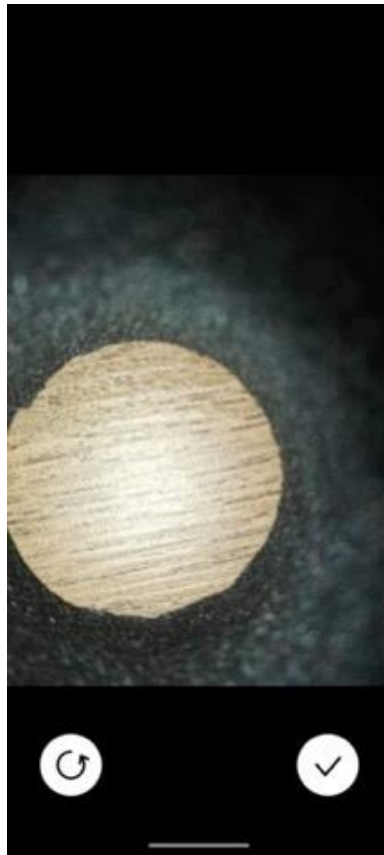


25. ábra: Korrigáció RGB alapján az alkalmazás kezdőképernyőjén

Az alkalmazás nézete az app megnyitása után így látható (26. ábra). Ezután a Take photo gomb megnyomásával az app megnyitja a kamerát, amelyben lehet megvilágítani, időzíteni stb. Ha elkészítettük a megfelelő képet, akkor a (27. ábra) pipára kell rákattintani és pár másodpercnyi kiértékelés után (a kiértékelés ideje attól függ, hogy az algoritmusban hány pixelenként számolja a színeket, ez állítható) kiírja az adatokat a képernyőre. (28. ábra)



26. ábra: Az alkalmazás megnyitása



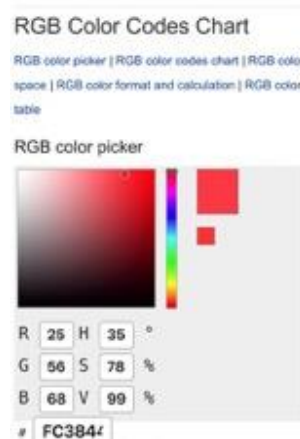
27. ábra: Take photo gomb megnyomása után az alkalmazás



28. ábra: Kiértékelés fázis az alkalmazásban

A 28. ábrán látható piros színt tesztelésképpen fényképeztem, hogy leellenőrizzem, mennyire is pontos az emberi szemnek az alkalmazás, illetve, hogy mennyire is tér el az

RGB színek alapján a tényleges színtől. Ellenőrzésnek az applikációtól megkapott RGB kódokat behelyettesítettem egy RGB színt meghatározó weboldalra (ez a 29. ábrán látszódik), amely az RGB színek alapján mutatja meg, hogy milyen is az a bizonyos szín és nagy mértékben egyezett a telefon kameráján kapott színnel, így kijelenthetjük, hogy a legpontosabb mérést a körben mérő módszer mutatta.



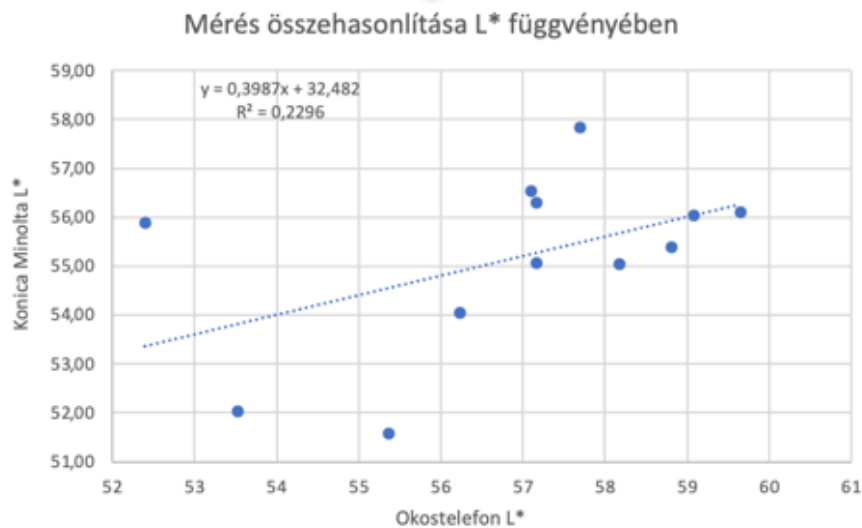
29. ábra: Kiértékelés leellenőrzése RGB Color Codes Chart weboldalon keresztül (Internet 17)

Az alkalmazáson keresztül elkészített fényképeket lementi a telefon tárhelyére az alkalmazás, így bármikor visszanezhetők.

5.2 Értékelés

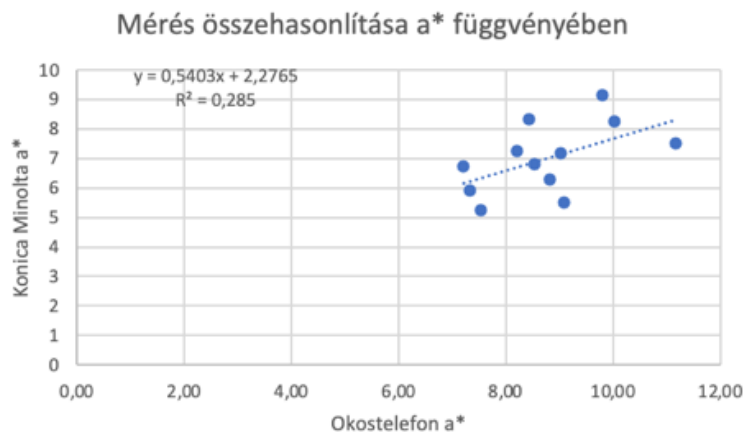
5.2.1 A két eszköz összehasonlítása

A 30. ábrán láthatóak a Konica Minolta és az okostelefonos applikáció által mért L^* értékek. Sajnos igencsak eltérnek az eredmények. Ez annak is köszönhető, hogy a mérés idején még nem volt benne tapasztalatom és még nem a kör alapú mérés alapján dolgozott az applikáció. Átlagosan a hiba +3,1% ennél az értéknél.



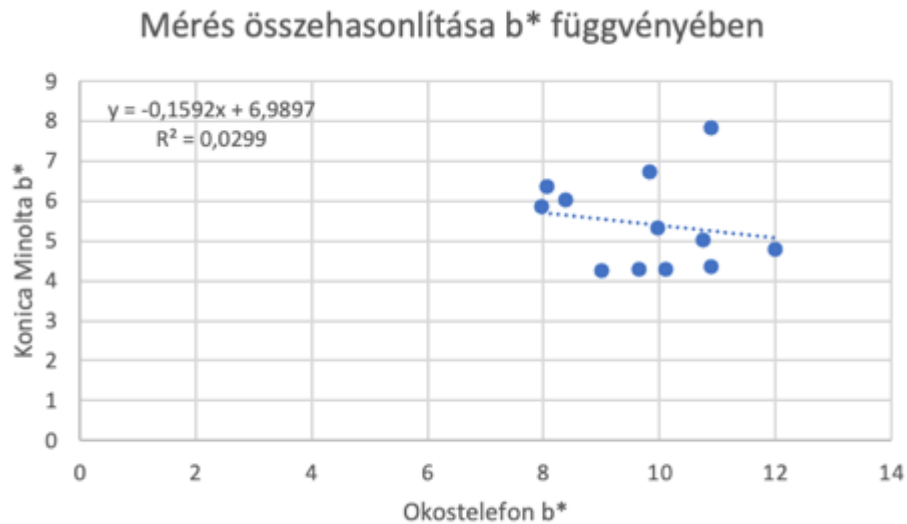
30. ábra: A két mérőeszköz összehasonlítása L* függvényében

A 31. ábrán látható az a* összehasonlítása a két eszközre. Itt is láthatóak nagyobb eltérések a két eszköz között. Ez a második legfontosabb mérési érték az L* után. Itt a mérési hiba átlagosan +26,96%.



31. ábra: Két mérőeszköz összehasonlítása a* függvényében

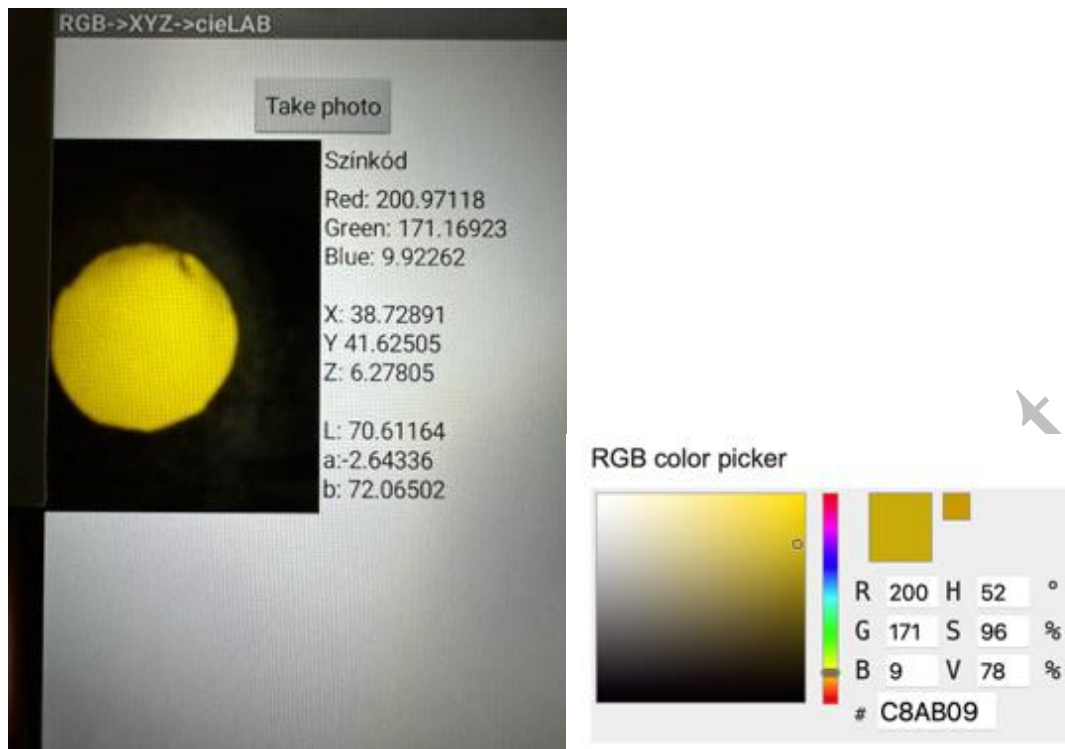
A 32. ábrán látható a b* értékek összehasonlítása. Itt a legnagyobb az eltérés a 3 érték között az Lab-ból. Itt a mérési hiba átlagosan +88,34% volt. Sajnos amikor ezt a mérést végeztem, akkor még a korrekciós RGB korrigáló verzió volt a telefonomon, amely az a* értéket ugyan feljavította, de a b* értékek kárára. Ezért is a hatalmas különbségek. Sok esetben a referencia színmérő műszer értékeinek akár a kétszeres értékeit is mutatta az okostelefon.



32. ábra: Két mérőműszer összehasonlítása b* függvényében

5.2.2 Az okostelesonos applikáció összehasonlítás más színmérő alkalmazással

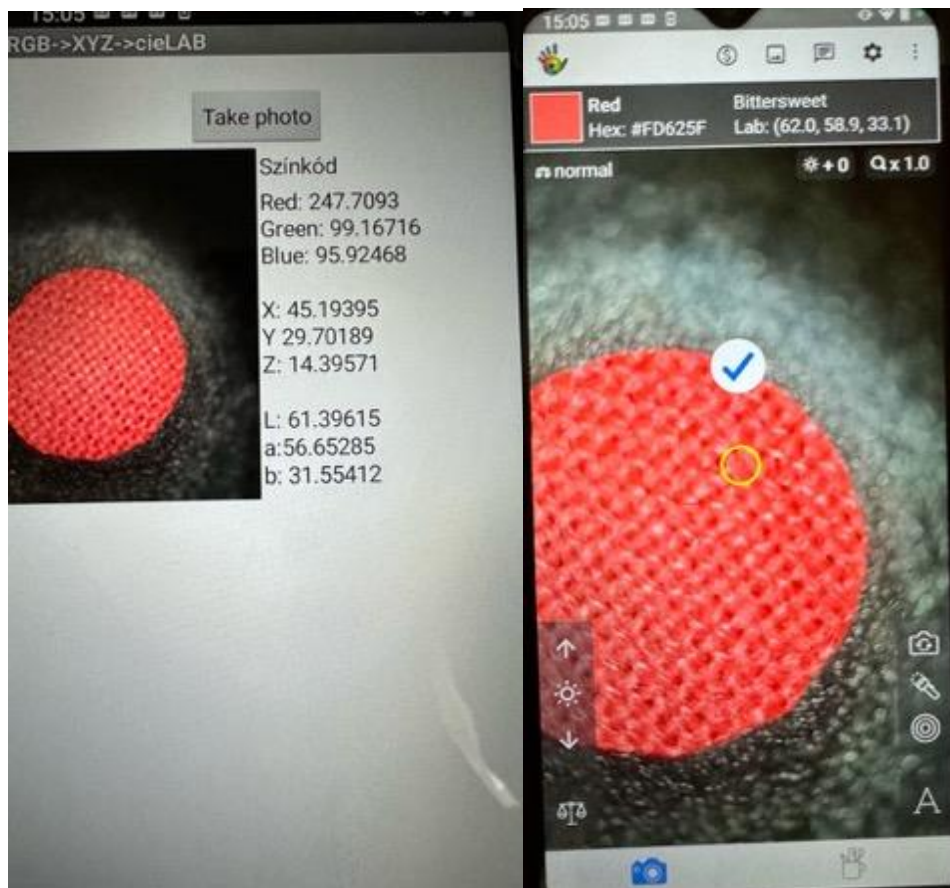
További méréseim folyamán teszteltem a méréseket különböző tárgyakon is a teljesen kifejlesztett applikációval és azt tapasztaltam, hogy közelebb áll a körben mérő módszer a valós adatokhoz. Az applikáció által visszakapott értékeket visszahelyettesíttem több fajta Color Picker weboldalon, ahol RGB színkód és LAB színkód alapján is megnéztem, hogy milyen színeket mutat és nagy mértékben azonosak a végeredmények.



33. ábra: Sárga színű tárgy összehasonlítása az applikáció mérése (bal oldal) és RGB Color Picker (jobb oldal) alapján (Internet 17)

Ahogy a 33. ábrán is látszódik, az alkalmazás a legutolsó verzió alapján pontosabban mér. Nagy mértékben javított ez a módszer az a^* és b^* valóság közeli meghatározásán.

Az elkészített alkalmazásomat továbbá összehasonlítottam egy már a Google Play áruházban megtalálható alkalmazással, amely szintén szín mérésére alkalmas. Ennek az alkalmazásnak a neve Color Grab, amelyet a Loomatix nevű cég fejlesztett ki. Ez egy ingyenes alkalmazás, amelyet a felhasználók visszajelzése alapján megbízhatóra értékelték. Több szempontból is jobb, mint az általam kifejlesztett alkalmazás. Több színrendszer is megtalálható benne, számunkra az összes lényeges. Folyamatosan írja ki az adott színt, amelyet nézünk a sárga körön belül (34. ábra jobb oldal) és ezeknek az árnyalatait, színeknek a kódjait is leírja. Az én alkalmazásomban fénykép alapján történik a szín mérése, nem pedig folyamatosan. A Color Grab nevű alkalmazás egy kis sárga körben méri a színt, amelyeket későbbre el is tud menteni. (34. ábra) Jól látható, hogy az L, a, b értékek csak nagyon kis mennyiségben térnek el egymástól. L^* esetében kevesebb, mint 1 % az eltérés, a^* esetében kb. 3% az eltérés, b^* esetében 4,7% az eltérés. Ezek az eltérések véleményem szerint annak is betudhatóak, hogy a Color Grab egy kisebb körön belül nézi a színt, amíg az én alkalmazásom egy szignifikánsan nagyobb körben mér.



34. ábra: Az általam fejlesztett alkalmazás (bal oldal) és a Color Grab nevű alkalmazás (jobb oldal) összehasonlítása

5.3 *Eredmények és összegzés*

Összességében egy jól és könnyen használható alkalmazást sikerült kifejlesztenem. Nagyon sok lehetőséget látok a jövőben, ezeknek az alkalmazásoknak a fejlesztésére és használatára. Ahogy fejlődnek a kamerák és a telefonok processzorai is, ezáltal egyre gyorsabban és gördülékenyebben mehetnek végbe a folyamatok. Feltételezéseim szerint a tudomány fejlődésével jobban el fog terjedni és nagyobb lesz rá a kereslet, ahogy az ipar is igényt fog tartani ezekre az alkalmazásokra és mérési módszerekre, így ott is és a mindennapokban is bevezetésre kerülhetnek. A szakdolgozat készítése folyamán megtanultam programozói logikával gondolkodni. Segített jobban belelátni a húsiparba és az okostelefonos applikációk elkészítésébe, amikre mindig is kíváncsi voltam. Megtanultam a hasznos információkat kiszűrni, adatokkal együtt dolgozni.

Sajnos nem olyan pontosan mér, mint egy erre a célra kifejlesztett, hitelesített színmérő műszer ezért, ha olyan mérés szükséges, amely tudományos vagy alátámasztásként

szeretnék használni, valószínűleg nem a legjobb mérési eszköz. Amivel lehetett volna még fejleszteni az applikációt, azok a hibakezelések. Például, ha nem állítva fogom a telefont, hanem fektetve, akkor nem fog jól mérni, mert a kör, amiben mér elcsúszik. Ami nagy hátrány, hogy nincsen mindenkinek a telefonján egy fényfóga cső, ami laboratóriumi viszonyokat szűlné. A 3D nyomtatott eszközt szükséges lenne még valahogy elhagyni, hogy reálisabb és valóságosabb legyen a mérés, de sajnos ennek elhagyása mindenképpen mérési hibákat eredményezne a beszűrődő fény miatt. Amit elrontottam a mérés folyamán, az az, hogy a teljesen kész applikáció nem lett kész a hús mérésekre, mert túl későn jöttem rá a hibákra és azoknak a kijavítására. Csak később találtam meg a lehető legmegfelelőbb módszert, így csak egy hasonló színmérő alkalmazással tudtam a végleges verziót ellenőrizni, összehasonlítani.

További fejlesztésre azt javaslom, hogy az alkalmazás környezete lehetne akár felhasználó barátibb, mint például a Color Grab nevű alkalmazásé. Bele lehetne építeni egy színmutatót, ami mutatja a mért színértékek alapján, hogy valószínűleg mennyi ideje áll a levágott hús, vagy hogy milyen minőségű. A színértékek alapján lehetett volna beépíteni, egy olyan részt, ami meghatározza a pontos szín nevét és akár az árnyalatát is. Ez akár hatalmas segítséget nyújthat a színtévesztő/színvak emberek számára is. Itt határt csak a képzelet szűlhet.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet nyilvánítani témavezetőimnek, Gillay Zoltán tanár úrnak és Jónás Gábor tanár úrnak a sok segítségért, támogatásért és bizalmukért. Segítségük meghatározó volt minden egyes lépésben szakdolgozatom felé. Nélkülük nem jöhetett volna létre. Külön köszönetet szeretnék mondani a türelmükért és a jó tanácsokért.

Továbbá köszönetet szeretnék mondani Lukács Aurél-nek a MATE Kaposvár Műszaki Intézetéből a 3D nyomtatvány tervezésében és előállításában való segítségéért.

Végül szeretnék köszönetet mondani a családomnak a támogatásért, amit az évek folyamán nyújtottak nekem és lehetővé tették tanulmányaim folytatását.

Pálfy Tamás Szakdolgozat

Irodalomjegyzék

Adzitey, Frederick, és Nurul Huda. 2011. „Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences—A mini review”. *International Food Research Journal* 18 (január): 11–20.

Boler, D.D., és D.R. Woerner. 2017. „What Is Meat? A Perspective from the American Meat Science Association”. *Animal Frontiers* 7 (4): 8–11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0436>

„Colorimeter - Types, Principle, Diagrammatic Representation, Working and Uses”. 2022. *Sri Chaitanya Infinity Learn Best Online Courses for NCERT Solutions, CBSE, ICSE, JEE, NEET, Olympiad and Class 6 to 12* (blog). 2022. március 21. <https://infinitylearn.com/surge/chemistry/colorimeter/>.

Cruz-Fernández, M., M.J. Luque-Cobija, M.L. Cervera, Angel Morales-Rubio, és Miguel Guardia. 2016. „Smartphone determination of fat in cured meat products”. *Microchemical Journal* 132 (december). <https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.12.020>.

„Demand for Color Measuring Instruments in Printing”. 2023. *Lonroy Equipment* (blog). 2023. július 14. <https://www.lonroy.com/demand-for-color-measuring-instruments-in-printing/>

El-Din Ahmed Bekhit, Alaa, James David Morton, Zuhaib Fayaz Bhat, és Xu Zequan. 2019. „Meat Colour: Chemistry and Measurement Systems”. In *Encyclopedia of Food Chemistry*, szerkesztette Laurence Melton, Fereidoon Shahidi, és Peter Varelis, 211–17. Oxford: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22419-0>.

Hoffman, Jay R., és Michael J. Falvo. 2004. „Protein - Which Is Best?” *Journal of Sports Science & Medicine* 3 (3): 118–30.

Internet 1: Darnó hús: *Hús és egészség*. Darnó hús honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 06. 26. forrás: <https://darno-hus.hu/hus-es-egeszseg/>

Internet 2: RGB színrendszer átváltása XYZ színrendszerre. Letöltés dátuma: 2023. 07. 12. forrás: https://stackoverflow.com/questions/6629798/whats-wrong-with-this-rgb-to-xyz-color-space-conversion-algorithm?fbclid=IwAR3yDeP-X0Vg_YGGMf4RCnwFg-

sIDTTXQFsplKoXnpa7cwrPScReMkG_DsA

Internet 3: XYZ színrendszer átváltása Lab színrendszerre. letöltés dátuma: 2023. 07. 12. forrás: <https://stackoverflow.com/questions/58952430/rgb-xyz-and-xyz-lab-color-space-conversion-algorithm?fbclid=IwAR2fosZndnjUGyeWAMUANxBff3QEQnlK1ahFr5WaHXPH7sVymOnqoRydRX8>

Internet 4: Iowa Állami Egyetem Digitális Sajtója (2023). *American Meat Science Association Guidelines for Meat Color Measurement*. Letöltés dátuma: 2023.10.24. forrás: <https://www.iastatedigitalpress.com/mmb/article/id/12473/>

Internet 5: I. Zegars (2013): *Colour Measurement Using Mobile Phone Camera*. [Bsc-szakdolgozat]. Helsinki: Metropolia Alkalmazott Tudományegyetem. Letöltés dátuma: 2023. 10. 24. forrás: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60583/IljaZegarsBachelorThesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Internet 6: X-Rite (2022). *Color measurement devices*. X-Rite honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 10. 24. forrás: <https://www.xrite.com/blog/color-measurement-devices>

Internet 7: Excedr (2023): *How does a spectrophotometer work?* Excedr honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.25. forrás: <https://www.excedr.com/blog/how-does-a-spectrophotometer-work>

Internet 8: EUFIC (2015): *The Functions of Fats in the Body*. EUFIC honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.28. forrás: <https://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/facts-on-fats-dietary-fats-and-health>

Internet 9: Szegedi Tudományegyetem Biokémiai Intézet (2014): *Az izomszövet biokémiája. Izombetegségek*. Szegedi Tudományegyetem Biokémiai Intézet honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.28. forrás: http://www.biochem.szote.u-szeged.hu/tartalom/magyar/pdf/Coospace_lecture%20handouts_GYTK/Biokemia_GYTK_izom_2014.pdf

Internet 10: X-Rite (2016): *A guide to understanding color*. X-Rite honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.28. forrás: https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/whitepaper_pdfs/110-001_a_guide_to_understanding_color_communication/110-001_understanding_color_en.pdf

Internet 11: Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola és Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar (2020): *Programozás minden korosztálynak, azaz Blockly alapú oktatás micro:bit fejlesztőeszközökkel*. Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki kar honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.28. forrás <https://konf2020.kvk.uni-obuda.hu/sites/default/files/borsos-doniz-sandor-tamas-programozas-minden-korosztalynak-azaz-blockly-alapu-oktatas-microbit-fejlesztoesz.pdf>

Internet 12: Jónás G. (2021): *A NAGY HIDROSZTATIKUS NYOMÁSKEZELÉS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A HÚS PÁCOLÁSA SORÁN*. [doktori értekezés] Budapest: Élelmiszertudományok Doktori Iskola. Letöltés dátuma: 2023.10.28. forrás: https://archive.uni-mate.hu/sites/default/files/jonas_gabor_ertekezes.pdf

Internet 13: Spectrum gfa (2020): Colorimeter vs Spectrophotometer. Spectrum gfa honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.28. forrás: <https://www.spectrumgfa.com/hu/colorimeter-vs-spectrophotometer.html>

Internet 14: Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar: *Harántcsíktolt izom*. Szegedi Tudományegyetem Pedagógusképző Kar honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.29. forrás: http://www.jgypk.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_teljesitmenyfokozas/4_harntcsokolt_izom.html

Internet 15: Dr. Puskár Zita (2020): *Izomszövet*. Semmelweis Egyetem Fogorvostudományi Kar honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.29. forrás: <https://semmelweis.hu/anatomia/files/2020/02/Dr-Puskar-Izomszövet-FOK-2020.pdf>

Internet 16: Wikipédia: CIE 1931 színtér színesség diagram. Letöltés dátuma: 2023. 10. 24. forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Színtér>

Internet 17: Rapid Tables: Rapid Tables honlapja. látogatás dátuma: 2023.10.24. forrás: https://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.html

Jung, Youngkee, Hyun-Wook Kim, Yuan H. Brad Kim, és Euiwon Bae. 2017. „Design of smartphone-based spectrometer to assess fresh meat color”. In *Optical Diagnostics and Sensing XVII: Toward Point-of-Care Diagnostics*, 10072:210–17. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2253414>.

King, D. Andy, Melvin C. Hunt, Shai Barbut, James R. Claus, Darren P. Cornforth, Poulson Joseph, Yuan H. Brad Kim, és mtsai. 2023. „American Meat Science Association Guidelines for Meat Color Measurement”. *Meat and Muscle Biology* 6 (4):12473,81 Doi: <https://doi.org/10.22175/mmb.12473>.

„Measuring Color JISL”. é. n. Elérés 2023. november 2. <http://www.measuringcolor.com/colour-measurement-food.html>.

Perez de Vargas-Sansalvador, Isabel M., Miguel M. Erenas, Antonio Martínez-Olmos, Fatima Mirza-Montoro, Dermot Diamond, és Luis Fermin Capitan-Vallvey. 2020. „Smartphone Based Meat Freshness Detection”. *Talanta* 216 (augusztus): 120985. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.120985>.

Poznyakovskiy, Valeriy, Ivan Gorlov, Sergey- Tihonov-, és Viktor- Shelepov-. 2015. „ABOUT THE QUALITY OF MEAT WITH PSE AND DFD PROPERTIES”. *Foods and Raw Materials* 3 (1): 104–10. <https://doi.org/10.12737/11244>.

Ruedt, Chiara, Monika Gibis, és Jochen Weiss. 2023. „Meat Color and Iridescence: Origin, Analysis, and Approaches to Modulation”. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 22 (4): 3366–94. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13191>.

Shrestha, Ashma. 2022. „Colorimeter: Principles, Parts, Types, and Uses • Microbe Online”. *Microbe Online*. 2022. október 22. <https://microbeonline.com/colorimeter-principles-parts-types-and-uses/>.

Vadáné, K.M., 1991. A pácolás alatt végbemenő biokémiai és kémiai folyamatok. II. Húsipari Továbbképző Napok, Pácolt termékek gyártásának elmélete és gyakorlata, I. kötet. p. 85-103.

Pálfı Tamás Szakdolgozat

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:

PÁLFI TAMÁS

A Hallgató Neptun kódja:

P5856N

A dolgozat címe:

Obosztelkon applikáció fejlesztése hűs minőségű és a minőségát

A megjelenés éve:

2023

A konzulens intézetének neve:

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

A konzulens tanszékének a neve:

Élelmiszertudományi Mérőtechnika és Automatizálási Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 05 nap

Pálfi Tamás

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

PAZFI TAMÁS (név) (hallgató Neptun azonosítója: P5856N)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2023 év 11 hó 05 nap

1

belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.