

Termékek minőségének ellenőrzése színméréssel

A minőségellenőrzésnek két módját értelmezzük. Ezek

- darabonkénti ellenőrzés
- tételek mintavételes vizsgálata

Ezen a gyakorlaton megvizsgáljuk a második lehetőséget, és a rendelkezésre álló időkorlát figyelembe vételével modellezzük a folyamatot.

Indoklás és alapok

A mintavétel folyamata úgy zajlik, hogy minden tételből annyi példányt emelünk ki, amennyi kellőképpen reprezentálja az összességet, és darabonkénti vizsgálatot csak ezen a kis mintán végzünk. Ennek eredménye alapján hozunk döntést arról, hogy a mintát elfogadjuk, vagy elvetjük.

A döntés eredménye több kategória is lehet, például

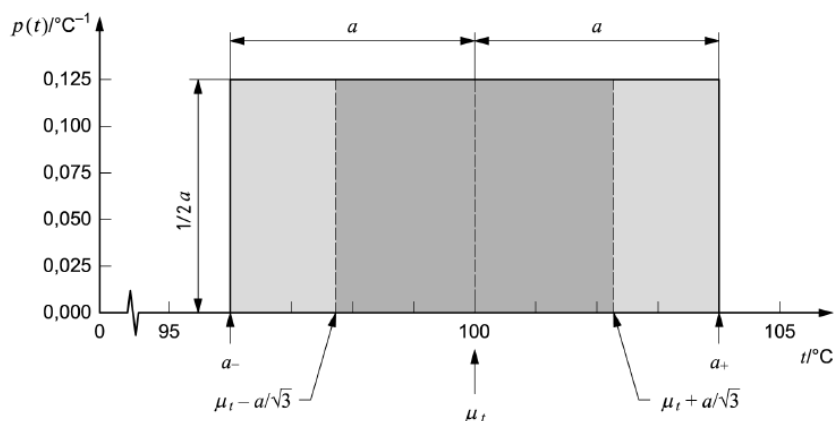
- első osztályú
- másodosztályú
- selejt

Ahhoz hogy mindez végrehajtható legyen, szükségünk van

- mérési módszerre (műszerre)
- mérőszámra, amely alapján a döntést meghozzuk

Az élelmiszeripar a minőség meghatározásához az érzékszervi bírálati módszerből indul ki. Ennek alapján tudjuk meg ugyanis, hogy a fogyasztó melyik terméket választja a piacon. A korrekt és pártatlan minőség-ellenőrzés elvégzéséhez műszeres mérést végzünk a fogyasztói tetszést elért mintákon, és ezentúl ezt tekintjük etalon minőségnek.

Következő lépésként meg kell határoznunk azt is, hogy a műszeres méréssel nyert értékkészlet mekkora tartománya esik az elfogadás határán belül. Ekkor tehát éppúgy két értékkel dolgozunk, mint az átlag és a szórás fogalmának használatánál, de ezek egyike most a kívánatos érték, a másik az elfogadás intervalluma. Ezzel eljutottunk a GUM által definiált négyzetleges eloszláshoz, amely az egyenletes eloszlás fogalmából származik (*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, Irányelv a mérési bizonytalanság kifejezésére méréseknél, JCGM 100:2008): *rectangular a priori probability distribution*. Ennél a középérték μ , a terjedelem lefelé és felfelé a . A gyakoriság a középértéknél $p=1/2a$. Az eloszlás gyakorisága ugyanennyi abban a tartományban, amely a várható értéktől nem tér el jobban, mint $a\sqrt{3}$. Az ábrázolt példa szerint a várható érték 100°C (egy változó kétoldalú szimmetrikus eloszlása).



Minőségellenőrzésnél célkitűzésként meg kell határoznunk ezen változók értékeit. Termékeink színének mérése céljára nem készültek sem európai, sem magyar előírások (értékekre való hivatkozást nem találunk az Élelmiszerkönyvben, Codex Alimentarius). Ezeket a **technológiát irányító mérnöknek** kell meghatározni. Vajon mekkora lehet az értékek elfogadási intervalluma? Növekvő értéktartomány sorrendjében rendezve:

1. a színmérő műszer valóságos mérési bizonytalansága
2. az emberi látás észlelési képessége
3. a vásárlók által még elfogadhatónak ítélt értéktartomány

Nyilván ezek közül az utolsó. Ez függ a gyártástechnológia képességeitől, a gyártás költségeitől és a piac tűrőképességétől. A laboratóriumi gyakorlaton nem ezzel foglalkozunk, hanem azzal, hogy hogyan tudunk ehhez mérőműszer felhasználásával értékeket nyerni.

Az emberi látással azonosnak ítélt színeket az irodalomban a MacAdam tolerancia ellipszisként találhatjuk meg

A színkülönbség és a tolerancia értelmezése

Az 1931 óta megfogalmazott színinger mérő rendszerek közül nem mindegyik fogalmaz meg színkülönbségi mérőszámot. Minőség-ellenőrzés céljára csak azokat használhatjuk, amelyek

- műszerrel mérhetőek és
- a színkülönbségi mérőszámokat nemzetközileg elfogadott szabványok szerint számítják.

Ilyenek: a CIELAB (1976) és a CIELUV (CIE 1964 UCS) rendszerek. A színazonosító mérőszámokat a Grassmann-törvények értelmében a színtérben (három dimenzióban) határozzuk meg, ahol két szín különbsége a színpontok által a térben elfoglalt pontok euklideszi távolsága (térátló). Ugyanezt a színkülönbséget értelmezi az MSz 7300 COLOROID, de számítási módszerét még nem tekinthetjük nemzetközileg elfogadottnak.

A CIELAB változói a térben három egymásra merőleges koordinátaként értelmezve a^* , b^* , L^* . Ha ismerjük az etalon (a minőségi előírásban előírt) értéket és ismerjük valamely vizsgálat alá vont minta értékeit, akkor ezek távolsága a térben a színinger különbségi mérőszám

$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$, CIE76, (sorrendben a világosság, a vörös-zöld és a kék-sárga eltérés). Az etalon körül az attól azonos mértékben eltérő (tehát minőségileg elfogadható) minták színe egy gömbön belül helyezkedik el, amelynek sugara ΔE_{ab}^* . Élelmiszeripari célokra ez a megfelelő, mert egyenlő súllyal veszi figyelembe, bármelyik színekoordináta tér el az előírt értéktől.

Modellként felhasználható lenne még az a módszer is, amellyel a fényforrások színvisszaadási indexét (Colour Rendering Index) számítják. Itt az a^* , b^* helyébe a transzformált u , v , hasonló funkciójú változók lépnek. A méréseinkhez a ΔE_{ab}^* példáját választjuk.

Több minta színkülönbségének számítása

Mérési sorozat kiértékeléséhez figyelembe vesszük az L^* tér jellemzőit, azt, hogy a színinger különbségek egymásra szuperponálhatóak. A számítás két módon történik

- ha a sorozat mérete állandó, például mindig 20 példányt mérünk, elegendő a ΔE_{ab}^* értékeket összegezni
- ha a sorozat mérete változó, akkor célszerű a ΔE_{ab}^* számok számtani középarányosával számolni

Megjegyzés. Ha előjelhelyesen szuperponáljuk a színtér vektorkomponenseit (L^* , a^* , b^* , illetve L_{uv} , u^* , v^*), az eredmény akár nulla is lehet. A feladatban szereplő ΔE_{ab}^* szám gyökvonás eredménye, és előjelét mindig pozitívnak tekintjük.

A minőség-ellenőrzés gyakorlása almák színének mérésével

A méréssorozatot egy-egy alma felszínének több helyen való megméréssel modellezzük. A

méréshez olyan felületet választunk ki, amelynek színe feltételezésünk szerint azonos. Az almánál (hasonlóan más gyümölcsökhöz) a felület egyik része bepirosodik, ezt úgy nevezzük, hogy fedőszín. A felület másik része általában zöld, ezt úgy nevezzük, hogy alapszín. A felület két eltérő színnel jellemzett részének arányát színborítottágnak nevezzük. A gyümölcs érettségének mértékét általában az alapszínnel szokás vizsgálni. A hallgatók egy része a kiadott mintákon az alapszín mérését végzi, a többiek a fedőszínt mérik. Az így nyert ΔE_{ab}^* mérőszám tehát vagy az alapszín, vagy a fedőszín egyenletességének mérőszáma. Ne keverjük össze az alapszínből és a fedőszínből nyert mérőszámokat, mert így nem a feladat kiírásának megfelelő eredményt kapunk.

A méréshez felhasznált műszer

A méréshez a tanszéken több műszer is rendelkezésre áll. Ezek közül azt választottuk, amely kis méreténél és hordozhatóságával helyszíni minőségellenőrzésre használható. Ez a ColorLite SPH850 kézi spektrokoloriméter. Kezelése röviden a következő.

Bekapcsolás után a mérés (Measure), majd a hitelesítés (Calibrate) üzemmódot választjuk. A hitelesítést az egyszerű etalon (Working Reference) mérésével végezzük. Utána belépünk a beállítások (Settings) menüpontba. Színmérő rendszer: CIELAB (Colour System ΔE Lab), metaméria kikapcsolva (Metamerism off), megvilágítás (Illumination) D65, megfigyelési geometria (Angle) 2° . Mérési állapotban a mérőfejet a rajta található gyűrűvel a mintára szorítjuk (háromszor egymás után, ez a műszer alapbeállítása). Ennek hatására a műszer elvégzi a mérést, és az eredmény megjelenik a kijelzőjén. A laboratóriumi gyakorlaton feljegyezzük a műszer által mutatott értékeket (Lab), és feljegyzéseink alapján valamennyi hallgató önálló jegyzőkönyvet készít.

A mérés lefolyása

Válasszuk ki a gyümölcs felületén azt a helyet, amelynek leginkább tetszetős a színe. Mérjük meg; válasszuk ezt egyéni számításunkhoz etalonnak. Azok például, akik az alapszín mérését kapják feladatul, ne a legzöldebb helyet válasszák, hanem azt, amely a gyümölcs felületének zöld részét legjobban jellemzi. Ezután mérjük meg a gyümölcs zöld felületét tíz különböző helyen, és olvassák le az Lab értékeket a kijelzőről. Számítsák ki mind a tíz adat eltérését az etalonnaként választott szintől a ΔE_{ab}^* színíngert különbségi képlettel. Számítsák ki ezek számtani középátlóját. A kapott szám a mérés végeredménye, aktuálisan a gyümölcs alapszínének színegyenletességét fejezi ki.

Azok a hallgatók, akik a fedőszín mérését kapták feladatul, végezzék el ugyanazt, ők azonban a fedőszín egyenletességének mérőszámát kapják.

Az eredmények értelmezése

A mérés után, a laboratóriumi jegyzőkönyv elkészítése alkalmával a hallgatók szembesülnek azokkal a számszerűsített adatokkal, amelyeket saját elhatározásukból, a végeredmény ismerete nélkül választottak. Kérjük ezt megvizsgálni úgy, hogy kiszámítják, és külön táblázatba rendezik a ΔL^* , a ΔC^* és a h_{ab} színezeti szög értékét.

$C_{ab}^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ az akromatikus színíngert képest (ez most a fényforrás)

$\Delta C_{ab}^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ a választott „etalon” színíngert képest

$\Delta h_{ab}^* = \arctg \frac{b^*}{a^*}$ az akromatikus színíngert képest (ez most a fényforrás)

Ezek utólag választ adnak a mérés helyszínén történt választásra. Kérjük ezek szöveges értékelését, például olyan formában, hogy melyik jellemző befolyásolta legnagyobb mértékben az elfogadás, vagy az elutasítás mértékét: a felület világozása, krómája, színezeti eltérése valamilyen előre meg nem fogalmazott értéktől.

Kiértékelés

Üzemi körülmények között természetesen nem egyetlen mintát mérünk, hanem az aktuális feladatnak megfelelő mintákat. Ez lehet például húsz láda almából kiválasztott egy-egy példány. Ebben az esetben olyan mérőszámot kapunk, amely kifejezi a húsz minta egyenletességét. Hasonlóképpen: ha előzőleg megtörtént az első osztályú minta adatainak meghatározása (az egyszerűség kedvéért nevezzük etalonnak), a száz minta méréséből megtudjuk, hogy megfelel-e az első osztályú minőség előírásainak. Ekkor a ΔE_{ab}^* értékét tűrésmező (tolerancia) értéknek tekintjük.

A hallgatói mérés végeredménye tehát egy adat a színínger különbségre vonatkozóan. Írjunk döntési eljárást az értéke alapján: eléri-e az emberi látás szín-megkülönböztető képességét, vagy nem. Alkalmas-e egy ilyen érték ipari minőség-ellenőrzés céljára; feleslegesen kicsi, megfelelő, vagy megengedhetetlenül nagy az így kapott tűrésmező (a tolerancia) értéke.

Az irodalom az észlelhető színekülönbségre a *just-noticeable-difference (JND) threshold* kifejezést használja. Általánosan elmondható, hogy $\Delta E_{ab}^* < 1$ nem észlelhető.

Budapesti Corvinus Egyetem

(a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem jogutódja), Fizika-Automatika Tanszék, 2015 október.

Táblázat-minták:

eredmények	L*	a*	b*
etalon			
1. minta			
2. minta			
3. minta		-	
4. minta			
5. minta			
6. minta			

eltérések	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE_{ab}^*	C_{ab}^*	ΔC_{ab}^*	Δh_{ab}
etalon	0	0	0	0		0	
1. minta							
2. minta							
3. minta							
4. minta							
5. minta							
6. minta							

$C_{ab}^* = \text{króma}$ és $\Delta C_{ab}^* = \text{króma eltérés a választott etalon színhez képest}$

A színezeti szög várhatóan 30...45 fok a piros oldalon (fedőszín) végzett méréseknél és 90...105 fok a zöld oldalon (alapszín) végzett méréseknél (vigyázat a tangens függvényvel!)