

Lángmentesítő anyagok hatásai a színházi függönyök minősítésében

Dr. Kerekes Zsuzsanna
főiskolai docens

SZIE YMÉK Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet

Pásztor Zoltán
gépészmérnök, tűzvédelmi szakmérnök

Nyíregyházi Móricz Zsigmond Színház

Kulcsszavak: Színház, Színházi függöny, Textiliák lángmentesítése, Tűzvédelem

Bevezetés

Ismeretes, hogy a színház veszélyes üzem. A színház belső térelosztása igazodik az igényekhez, megteremtve az egyik legnagyobb veszélyforrást, hiszen ahhoz, hogy a néző lássa a színpadi cselekményt, a legfontosabb tűzszakaszhatárt nyitott állapotban kell tartani. A színpadon, amely éghető faanyagból készült, a dramaturgiának megfelelően dohányoznak, fáklyát, gyertyát, pirotechnikát használnak, esetenként díszletszerelés folyik tűzveszélyes cselekménnyel –úgy mint hegesztéssel, fémdarabolással, természetesen a munkaes tűzvédelmi szabályok betartásával– párosulva. A hang- és fénytechnika, a színpadgépészet, épületgépészet miatt a beépített szokatlanul nagy elektromos teljesítmény, a kábelezés újabb veszélyforrás, párosulva a sztatikusan töltött porrézecskekkel, amelyek leülepednek és rászállnak a berendezésekre, színházi környezetben használt függönyökre, takarásokra, textiliákra [1].

A néző, akinek nincs helyismerete, illetőleg mozgásában és cselekvőképességében korlátozott, tömött sorokban ül a nézőtérben, ahol a szék anyaga szintén éghető.

Vizsgálatok célja és kiválasztása

A fent említett tényezőkből elsőként a tömegében és felületében az egyik legnagyobb éghető anyaggal, a színházi függönyök, textiliák égésével, azok lángmentesítésével foglalkozunk, amelyre az OTSZ (Országos Tűzvédelmi Szabályzat) követelményei is vonatkoznak [2]. Ennek figyelembevételével adódik a kérdés, melyik égéskésleltető szer adja a legmegfelelőbb védelmet, illetőleg a felhasznált lángmentesítő anyagok egyéb hatásai hogyan, miként befolyásolják a használhatóságot rövid és hosszú távon [3][4].

A textiliák éghetőségére vonatkozó hazai és nemzetközi szabványok közül kiválasztottuk azt a kettőt, amelyet a leggyakrabban használnak az éghetőség minősítésére [5][6].

Jelenleg a Magyarországon kereskedelmi forgalomban elérhető égéskésleltető anyagokat használjuk a különböző kárpitok és függönyök céljára alkalmas textiliákra. Elsősorban természetesen az éghetőségük megváltozását vizsgáltuk, de egyéb szempontokat is figyelembe vettünk: ár/érték arány, hatásmechanizmus, optikai elváltozások.

Az égéskésleltetés szempontjai és módjai

A textiliák nem-éghetőségét alapján kétféleképpen lehet biztosítani: vagy anyagában neméghető anyagot használunk, vagy utólagosan lángmentesítjük a

textiliát [9]. Míg az előbbi egyértelműen biztonságosabb, ezt csak az új beszerzések esetén lehet megvalósítani, természetesen ha ez a díszlet- és jelmeztervező elképzeléseivel megegyezik, minden más esetben a már beépített, felszerelt textiliák, jelmezek, kárpitozott bútorok esetén marad az utólagos, kellő szakértelmet kívánó lángmentesítés. Az anyagában nem éghető textiliák pl. az aramid-szálak (Kevlar), a poliamid-imid szálak (Kermel), az aromás kopoliészter szálak és a legjobb neméghetőségi mutatókkal rendelkező oxidált és szén-szálak [7][8].

Miután fokozottan veszélyes területen kell a textiliáknak megfelelniük, az alkalmazott égéskésleltető ill. lángmentesítő szerek kiválasztása az adott minőségű textiliákhoz kiemelten fontos.

Ebben a munkában azt vizsgáljuk, hogy a szokásosan használt függöny vagy ülések textiliáit hogyan, milyen mértékben lehet lángmentesíteni a Magyarországon elérhető lángmentesítő szerekkel, továbbá hogy ezek megfelelnek-e a jogszabály követelményeinek.

A használat csak ront, csökkenti a már meglévő lángmentesítő hatását. A textiliákhoz használt lángmentesítő anyagok használatát az EMI vizsgálat alapján írják elő, általában két évente ismételt kezelést. Gyakrabban, ha a textiliát fizikai behatások érik (hajtogatás, gyűrítés, súrlódás stb.), illetőleg azonnal, ha mosás vagy ázás történik.

Lángmentesítők kiválasztása és jellemzői

Különböző gyártók lángmentesítő szereit választottuk ki, amelyek használati, kezelési módusában és a végeredmény tekintetében is megegyező végeredményt garantáltak (I. táblázat). A végső minősítést azonban nemcsak a laboratóriumi körülmények között elvégzett szabványos égetési tesztek jelentették.

A felhasznált égéskésleltetők mind vízbázisúak, a kezelt felület átitatódik, majd telítődik az oldatban lévő szervesen sókkal, úgy, hogy az azelemiszálakat lesimítja, rajtuk és bennük megtapadnak a foszfor/nitrogén bázisú sóvegyületek. Ezek hő hatására bomlásnak indulnak és oltóhatásuk alapján, a levegő oxigénjének kiszorítása révén valamilyen nem gyúlékony gázt fejlesztenek (N_2 , CO_2 , NH_3) éghetetlen szénváz kialakításával, vagy gátolják az égés során keletkező szabad gyököket ezáltal a láng kialakulását [9].

Vizsgálati textília minták

A textiliák kiválasztásánál a bőség zavarával találkoztunk. Mivel a színházban fellelhető textiliák vizsgálata volt a cél, így egyértelműen csak azok jöhettek szóba, amelyek főbb paramétereiben megközelítik amár szokásosan használt szöveteket. A minták nemcsak függönyök, hanem zsöllyeszékek burkolására is

I. táblázat. A felhasznált kereskedelmi lángmentesítők és jellemzőik

	Gyártó	Ár, Ft/l	A textil- anyag területi sűrűsége, g/m ²	Felhasznált égéskésleltető, g/m ²	Fajlagos ár, Ft/m ²	Garantált besorolás	Értékelés
BIORETARD	osztrák	40 800	400	600	2 448	B1-es tűzálló- sági határér- téket	nagyon drága
FLACAVON B45	osztrák	14 000	400	180	252	B1-es tűzálló- sági határér- téket	legjobb ár/érték
LÁNGTEX F1	magyar	22 000	400	180	396	B-s2,d0	közepes árszint

felhasználhatók. Mivel a gyártók természetesen évről évre frissítik a kollekciójukat, ezért színbeli eltérés megengedhető volt a minták esetében, azonban az anyag típusa, vastagsága, a szövési sűrűség, azaz a fizikai tulajdonságok egyezése elengedhetetlen követelmény volt.

A laborvizsgálatra az alábbi textiliák esetében került sor (1. ábra):

- **Baumann Dekor 45505** – 100% pamut, kék színű kárpitszövet,
- **606.293** – 100% pamut, terrakotta színű kárpit- és függőnyszövet,
- **Stage Velvet Ascona 400** – 100% gyapjú, fekete függöny-bársonyszövet,
- **Drapery Fabric SATIN CS 150** – 100% poliészter, piros színű függöny-bársonyszövet.

Vizsgálatok és szabványok kiválasztása

A textiliák éghetőségére vonatkozó elsődleges követelményeit a felhasználás terület adja meg [10]. De a gyakorlati szempontok ezek között átjárhatóságot mutatnak. pl a Járműszabványokat is elterjedten használják az építőanyagokra és fordítva.

1. Vízszintes lángterjedés mérés

A vízszintes lángterjedés világszerte legelterjedtebb tesztje a DIN 75200:1980 szabvány, amely többek

között megfelel az ASTM D 5132, a GM9070P, a SAE J369 és az FMVSS No.302 előírásainak is [11][12]. Továbbá a szabvány része a 95/28/EG Szövet-ségi Járműbiztonsági Szabvány. Igaz, ez eredetileg járműszabványnak készült, azonban elterjedtségét mi sem bizonyítja jobban, mint hogy nemzetközi viszonylatban a legtöbb hivatkozás erre vagy az ennek megfelelő szabványokra történik. Nem egy hazai építőipari célú textilgyártó is a járművekre vonatkozó tesztet használja. A vízszintes lángterjedés mérés egy ATLAS H MV típusú égető kamrában történt.

2. Függőleges lángterjedés mérés

Ebben az esetben az Euroclass építőipari szabványt választottuk (ISO 11925 vagy DIN 4102-1 régi B2), ugyanis ennek a követelménye a legszigorúbb a számos függőleges égésteszték között [13][14], továbbá ez lehetővé teszi szél- és felületi gyújtást. Ez esetben az égetések két textília együttes összefogásával történtek, imitálva a színházakban használt bársonyfüggönyök rétegrendjét.

A vizsgálatokat a Szent István Egyetem Ybl Kar Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet Tűzvédelmi laboratóriumában végeztük. Minden textiliából égéskésleltető szerenként 6 db mérést, mérésenként 3 db mintát készítettünk el (2. ábra). Így összesen 63 égetési tesztre került sor, amelyek eredményét a II. és III. táblázatban foglaltuk össze.



1. ábra. A textiliák előkészítés előtti állapotban



2. ábra. A vizsgálati minták előkészítése, szabása

II. táblázat. A vízszintes lángterjedés teszt eredményei

Égés-késleltető	Vizsgált textília	A vizsgált minták száma	Vizsgált minták mérete, mm	A textília területi sűrűsége, g/m ²	Az égés-késleltető tömege, g/m ²	A vizsgálat eredménye*)
KEZELETLEN	40405 kék kárpit textília	M1	100×350	398	0	B4 - nem felet meg
		M2	100×350	398	0	B4 - nem felet meg
		M3	100×350	398	0	B4 - nem felet meg
	606.293 tarrakotta kárpit, függöny-bársony	M1	100×350	515	0	B4 - nem felet meg
		M2	100×350	515	0	B4 - nem felet meg
		M3	100×350	515	0	B4 - nem felet meg
BIORETARD	40405 kék kárpit textília	M1	100×350	398	597	DNI - megfelelt
		M2	100×350	398	597	DNI - megfelelt
		M3	100×350	398	597	DNI - megfelelt
	606.293 tarrakotta kárpit, függöny-bársony	M1	100×350	515	773	DNI - megfelelt
		M2	100×350	515	773	DNI - megfelelt
		M3	100×350	515	773	DNI - megfelelt
FLACAVON B45	40405 kék kárpit textília	M1	100×350	398	180	DNI - megfelelt
		M2	100×350	398	180	DNI - megfelelt
		M3	100×350	398	180	DNI - megfelelt
	606.293 tarrakotta kárpit, függöny-bársony	M1	100×350	515	200	DNI - megfelelt
		M2	100×350	515	200	DNI - megfelelt
		M3	100×350	515	200	DNI - megfelelt
LÁNGTEX F1	40405 kék kárpit textília	M1	100×350	398	180	DNI - megfelelt
		M2	100×350	398	180	DNI - megfelelt
		M3	100×350	398	180	DNI - megfelelt
	606.293 tarrakotta kárpit, függöny-bársony	M1	100×350	515	200	DNI - megfelelt
		M2	100×350	515	200	DNI - megfelelt
		M3	100×350	515	200	DNI - megfelelt

*) DNI: does not ignite, B4: burn rate <100 mm/min

Az alkalmazott égéskésleltető szerek mérésének eredményei

A textiliákat az előkészítés, és száradás után a fentiekben leírt szabványos, vízszintes és függőleges lángterjedés méréseknek vetettük alá. Mindegyik égéskésleltető részére kötelező száradási időt kell biztosítani, ahol a kezelt textiliák állandó légmozgás mellett száradhattak a tökéletes hatás elérése érdekében.

A mindhárom égéskésleltetővel kezelt mintákon 15 másodperces gyújtás alatt sem tapasztalható lánggal égés, nem jön létre önfenntartó égés és a láng elvétele után az izzás is gyorsan megszűnik. A terrakotta textília a lánggal való érintkezés helyén elszenesedik, a mögötte lévő fekete bársony azonban nem. A lángfront vonalában az égéskésleltetőkre jellemző szürkés-fehér sókiválás figyelhető meg, a gyújtó láng okozta kémiai bomlást a három égéskésleltetőre jellemző színű füst jelenség kíséri.



3. ábra. Makro felvétel a szélgyújtás során károsodott anyagról

III. táblázat. A függőleges lángterjedés teszt eredményei szélgyújtás esetén

Égés- késleltető	Vizsgált textília	A vizs- gált minták száma	Vizsgált minták mérete, mm	A textília területi sűrűsége, g/m ²	Az égés- késleltető tömege, g/m ²	A vizsgálat eredménye*)
BIORETARD	606.293 terrakotta kárpit, függöny bársony	M1	90×190	515	773	B2 - megfelelt
		M2	90×190	515	773	B2 - megfelelt
		M3	90×190	515	773	B2 - megfelelt
	Stage velvet ascona - Fekete függöny bársony	M1	90×190	400	600	B2 - megfelelt
		M2	90×190	400	600	B2 - megfelelt
		M3	90×190	400	600	B2 - megfelelt
FLACAVON B45	606.293 terrakotta kárpit, függöny bársony	M1	90×190	515	200	B2 - megfelelt
		M2	90×190	515	200	B2 - megfelelt
		M3	90×190	515	200	B2 - megfelelt
	Stage velvet ascona - Fekete függöny bársony	M1	90×190	400	180	B2 - megfelelt
		M2	90×190	400	180	B2 - megfelelt
		M3	90×190	400	180	B2 - megfelelt
LÁNGTEX F1	606.293 terrakotta kárpit, függöny bársony	M1	90×190	515	180	B2 - megfelelt
		M2	90×190	515	180	B2 - megfelelt
		M3	90×190	515	180	B2 - megfelelt
	Stage velvet ascona - Fekete függöny bársony	M1	90×190	400	180	B2 - megfelelt
		M2	90×190	400	180	B2 - megfelelt
		M3	90×190	400	180	B2 - megfelelt

*) Szabványos követelmény: megfelelt, ha a láng csúcsa a felső jelet nem éri el 20 mp belül.

Az égés során a károsodott textília színre is jól elkülöníthető rétegekre bomlik függőleges irányban. Ahol a láng a legtovább érte az anyagot, ott teljesen megfeketedik, elszenesedik, az eredeti mérethez képest egy zsugorodott elszenesedett váz marad vissza mintegy 20 mm magasan. A bolyhok, szöszök elégték. A következő 2-5 mm-es ívben még megmaradtak a kiálló szálak, azonban a hőhatására bekövetkező kémiai bomlás miatt a szín már láthatóan feketére váltott. Feljebb haladva a textílián, a hőforrástól távolodva a terrakotta szín megfakult, de még nem szenesedett el. A legfelső réte-

gen az égéskésleltető szerek anyagát adó sókiválás látható.

A vizsgált textíliák minden esetben megfeleltek a DIN 4102-1 szerinti követelményeknek.

Optikai vizsgálat

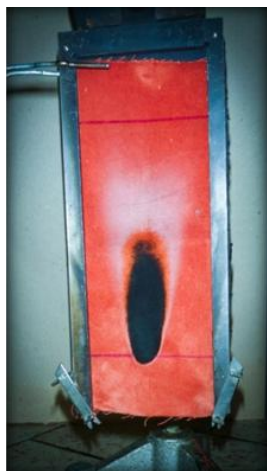
Kiegészítő vizsgálatként az égéskésleltető anyagokat 3-3 minta esetén kétszeres mennyiségben alkalmaztuk, hogy kiderüljön, mennyire változtatják meg az adott textília fizikai paramétereit. A nagyfelületű ésezáltal nagy tömegű textíliák kezelése során a hideg

IV. táblázat. A függőleges lángterjedés teszt eredményei felületi gyújtás esetén

Égés-késleltető	Vizsgált textília	A vizsgált minták száma	Vizsgált minták mérete, mm	A textília területi sűrűsége, g/m ²	Az égés-késleltető tömege, g/m ²	A vizsgálat eredménye*)
BIORETARD	606.293 terrakotta kárpit, függöny bársony	M1	90*230	515	773	B2 - megfelelt
		M2	90*230	515	773	B2 - megfelelt
		M3	90*230	515	773	B2 - megfelelt
	Stage velvet ascona - Fekete függöny bársony	M1	90*230	400	600	B2 - megfelelt
		M2	90*230	400	600	B2 - megfelelt
		M3	90*230	400	600	B2 - megfelelt
FLACAVON B45	606.293 terrakotta kárpit, függöny bársony	M1	90*230	515	200	B2 - megfelelt
		M2	90*230	515	200	B2 - megfelelt
		M3	90*230	515	200	B2 - megfelelt
	Stage velvet ascona - Fekete függöny bársony	M1	90*230	400	180	B2 - megfelelt
		M2	90*230	400	180	B2 - megfelelt
		M3	90*230	400	180	B2 - megfelelt
LÁNGTEX F1	606.293 terrakotta kárpit, függöny bársony	M1	90*230	515	180	B2 - megfelelt
		M2	90*230	515	180	B2 - megfelelt
		M3	90*230	515	180	B2 - megfelelt
	Stage velvet ascona - Fekete függöny bársony	M1	90*230	400	180	B2 - megfelelt
		M2	90*230	400	180	B2 - megfelelt
		M3	90*230	400	180	B2 - megfelelt

ködösítő eljárás ad-

na megbízható homogén eloszlást, azonban erre a gyakorlatban nincs lehetőség. A kézi felhordás jellemzően permetezéssel való porlasztás útján történik, ahol nem egyenletes mennyiségek fordulhatnak elő, még gyakorlott felhasználó esetén is, illetőleg a gravitáció hatására a textiliában előforduló anyagvándorlás hatásainak vizsgálata volt a cél. Valamint vizsgáltuk, hogy a textiliák színére hatással van-e a felhasznált mennyiség, okoz-e elszíneződést, a száradás után visszamaradó, de az oldatban oldott, szintelen állapotban lévő szervesetlen só. Az értékelés a IV. táblázat szerint történt.



4. ábra. Felületi gyújtás
FLACAVON B45
esetén

BIORETARD – Mindkét függöny bársony anyagát erősen befogta, a lángmentesítő márványosra, foltosra színezte, az 5. ábrán látható

módon. A szárítás

során a lógatás irányában egyre keményebb fogású a bársony, a legalján, ahol a gravitáció miatt összegyűlt, közepesen felkeményedik a függöny, el ugyan nem törhet, azonban főleg a nagyszínházi függönyök esetén ez már jelentősen zavarhatja a mozgatót, különösen a függönykamrába való összegyűjtést.

LÁNGTEX F1 – Tapintás alapján itt is egyre keményebb az anyag, ahogyan haladunk felülről lefelé, azonban korántsem olyan mértékben, mint az a Bioretardnál tapasztalható. Ugyan az alsó szegély itt is keményebb, mint a minta felső szélé, ez kevésbé rontja a használhatóságot. Mivel csak mintán tudtam modellezni a kísérletet, érdemes lenne egy újabb kísérletet végezni 5 m-es bársony anyagon. Az 6. ábra mutatja a teszt végeredményét.

FLACAVON B45 – Tapintás alapján a legjobb értéket adja mindhárom égés-késleltető közül, nincs felkeményedés, szinte teljesen homogén a felület, alig észrevehető az alsó textília részben a száradás során visszamaradt szer maradvány. Sem színváltozást, sem foltosodás, márványosodás nem figyelhető meg a bársony anyagok felületén. A bársonyszövet mindkét oldala látható a 7. ábrán.



5. ábra. BIORETARD optikai vizsgálata

6. ábra. LÁNGTEX F1 optikai vizsgálata



7. ábra. FLACAVON B45 optikai vizsgálata

V. táblázat. Optikai vizsgálatok értékelése

Égés-késleltető	Vizsgált textil	A vizsgált minták száma	Vizsgált minták mérete, mm	A textil területi sűrűsége, g/m ²	Az égés-késleltető tömege, g/m ²	A vizsgálat eredménye*)
BIORETARD	PIROS BÁRSONY	M1	100×350	150	300	nem felelt meg
	FEKETE PAMUT BÁRSONY	M1	100×350	400	800	nem felelt meg
FLACAVON B45	PIROS BÁRSONY FÜGGÖNY	M1	100×350	150	180	megfelelt
	FEKETE PAMUT BÁRSONY	M1	100×350	400	360	megfelelt
LÁNGTEX F1	PIROS BÁRSONY	M1	100×350	150	300	nem felelt meg
	FEKETE PAMUT BÁRSONY	M1	100×350	400	800	nem felelt meg

A vizsgálatok minősítése

Mindhárom égés-késleltető a hatásmechanizmusát tekintve jól vizsgázott. A textíliák lánggal égése a 63 minta egyike esetében sem volt tapasztalható, csak a kezeletlen minták esetében. Az égés-késleltető kémiai összetételére jellemző füst valamennyi teszt alatt megfigyelhető volt, szakavatott szem ezután könnyen beazonosította, hogy éppen melyik égés-késleltetővel kezelt textil volt az égető kemencében.

A BIORETARD fehér, halványszürke, a FLACAVON B45 sárgás, mind három közül a legerőteljesebb füsthatást produkálta, a LÁNGTEX F1-et halvány fehér füst jellemezte.

A kétszeres égés-késleltető felhasználás során a vizsgált textíliákon a legrosszabbul a BIORETARD teljesített, ugyanis a vizsgált függönybársony anyagokon fehér, márványos foltokat hagyott, illetőleg a függőleges szárítás során a textil aljában összegyűlt és ott megszáradt szermaradványok felkeményítették a textíliát, amely így elveszítette puhaságát.

A LÁNGTEX F1 alapvetően jól vizsgázott és a BIORETARD-hoz képest jelentősen olcsóbb is, azonban ez is érzékeny a felhordás során felhasznált anyagmennyiségre.

Összefoglalva: A tesztek alapján egyértelműen a FLACAVON B45 ajánlható színházi környezetben. Ár/érték arányban igen kedvező, a vizsgált textíliáknál

nem érzékeny a felhordott anyag mennyiségére, ezáltal kevésbé befolyásolja a textília fizikai paramétereit.

Irodalom

- [1] Ledinger István [2009]: Színházak tűzvédelme <http://tuzfal.com/index.php?cont=cikk&cikk=50&rov=3>
- [2] OTSZ [2011] Országos Tűzvédelmi Szabályzat a 654/2041. (XII.30.) BM rendelettel közzétéve
- [3] Levchik, S., Wilke, C.A. [2000]: Fire Retardancy of Polymeric Materials (Marcel Dekker, New York, 2000)
- [4] Donnet, J., Wang, T.K., Peng, J.: Carbon Fibers. 3rd Edition. Revised and expanded. Chapter 7.1. p. 465. Marcel Dekker (1998)
- [5] Tálos Jánosné, Kerekes Zsuzsanna: Oxidált szálak éghetőségének vizsgálata és minősítése. Magyar Textiltechnika, Vol. LIX. (3) pp. 84-87. (2006)
- [6] Tálos Jánosné: A Pyron oxidált szál a műszaki textíliák egyik fontos alapanyaga. Magyar Textiltechnika, Vol. LIX. (1) pp. 9-11. (2006)
- [7] Lázár K. (Szerk) (2009 október): Új textilalkalmazási területek, műszaki textilek. Tanulmány a TEXPLAT 4 Stratégiai Kutatási Tervhez. 1.3.1, 1.3.4, 2.3.2 fejezetek
- [8] Máthé Csabáné (2009. október): Új textilalkalmazási területek, műszaki textilek. Tanulmány TEXPLAT2. Stratégiai Kutatási Tervhez. 6. fejezet
- [9] Szitányiné Siklósi Magdolna: Az éleskésleltető anyagok fajtái (Védelem XI. évfolyam. 1. szám 12-14. oldal, 2004)
- [10] MSZ EN 13772: 2011 (Angol nyelvű!) Textíliák és textiltermékek. Égési viselkedés. Függönyök és sötétítő függönyök. A láng terjedési sebességének mérése függőleges helyzetű próbadarabokon nagy gyújtóforrással
- [11] DIN 75200-1980 Bestimmung des Brenn-verhaltens von Werkstoffen der Kraftfahrzeug-innenausstattung
- [12] MVSS 302- 1971. Motor Vehicle Safety Standard
- [13] 95/28/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments, Brennverhalten von Werkstoffen, Anhang V
- [14] ISO 6941, ISO 6940-1990 Textile fabrics - Burning behaviour - Measurement of flame spread properties of vertically oriented specimens