

V. Magyar Sajtmustra
Nagyegyháza, Hangistálló. 2017. szeptember 29.

A tej és tejtermékek valamint a sajtok hamisítása, és a hamisítás kimutatására alkalmas módszerek

Prof. Dr. Csapó János

**Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszer-tudományi és
Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechológiai Intézet, 4032 Debrecen,
Böszörményi u. 138. Email: csapo.janos@gmail.hu
Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Kolozsvár, Csíkszeredai Kar,
Élelmiszer-tudományi Tanszék**

Tej és tejtermékek hamisítása

A jó minőségű tej és tejtermék:

mentes a szennyeződésektől, az antibiotikumoktól,
a kellemetlen szagtól és íztől,
a patogén mikroorganizmusoktól,
szomatikus sejtszáma és összcsíraszáma alacsony,
nem tettek hozzá vizet, nem vettek el belőle zsírt,
semmiféle egyéb anyagot nem keverték hozzá,
jó az illata és a tejre jellemző íze van, és
összetétele megfelel a normális tej összetételének.

Hamisításnak számít, ha:

a nagyobb haszon elérése érdekében a tejhez bármit, elsősorban vizet hozzátesznek, vagy belőle bármit, elsősorban zsírt elvesznek.

Legtöbbször vizet vagy fölözött tejet adnak a tejhez, és elvonják eredeti zsírtartalmának jelentős részét, melyet sűrűségméréssel, fagyáspont ellenőrzéssel vagy a zsírtartalom meghatározásával lehet ellenőrizni.

A piszkos víz, a mosószerek, a növényi sejtek, a szőr, a háztartási por és piszok, az állati vizelet és bélsár szemmel is jól látható, szagolható és taszító szennyezői a tejnek.

Több országban pontrendszer:

bünteti a tej minőségét rontó tényezőket, és

kisebb jövedelemhez juttatja a nem megfelelő tejet termelő farmereket.

Különösen nagy figyelmet fordítanak **a tej:**

antibiotikumokkal, radioaktív anyagokkal,

klórozott szénhidrogénekkal és nehézfémekkel való szennyezésére.³

A különféle állatfajtáktól származó tejek és azok hamisítása

A tehéntej és a bivalytej, a tehén és a kecske- valamint a juhtej elegyítése, akár hamisítás céljából, az egész világon előfordul.

Különösen a kecsketejet használják előszeretettel a tehéntej hamisítására, előfordul a kecsketej vízzel vagy tehéntejjel történő hamisítása.

Ha a **kecsketejet tehéntejjel hamisítják**, annak tápértéke nem változik meg, ha a hozzáadott tehéntej mennyisége a 15%-ot nem haladja meg, a **kimutatása is nagyon nehéz.**

A különböző tejféleségek más aromát és ízt kölcsönöznek a sajtnak, sőt **az idegen faj teje allergiás reakciót is kiválthat** a fogyasztó szervezetében.

Módszerek a hamisítás leleplezésére

Immunológiai és nem immunológiai gélelektroforézist alkalmaztak a különböző fajok tejeinek egymástól való elkülönítésére → különösen az **izoelektromos fókuszálást** tudták jó hatásokkal alkalmazni a fehérjékre → a **gélkromatográfiát és a nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiát** pedig a kezeino makropeptidekre és a zsírsavakra.

A kémiai összetétele és az **UV spektruma** is más az ilyen tejeknek.

A tehéntej és a kecsketej eltérő zsírsavösszetétele, a zsírsavakból számolt indexek különbözősége ugyancsak lehetőséget ad az azonosításra.

Alkalmasak erre a rövid szénláncú zsírsavak, az azok koncentrációjából számolt indexek.

Gázkromatográfiás analízis → a kecske és juhtejből készült sajtok más rövid szénláncú zsírsav mintázattal jellemezhetők, mint a tehéntejből készültek.

A laurinsav:kaprinsav arány a tehéntejből készült sajtban átlagosan 1,16, a kecskesajtban 0,46, a juhsajtban pedig 0,58 → információ a **kecske és juhsajtban lévő tehéntej mennyiségéről.**

A tehéntej kecsketejhez történő keverését a β -karotin tartalom alapján is ki lehet mutatni → **a kecsketejben nincs β -karotin.**

20% kecsketej tehéntejhez történő keverése az UV spektrum alapján is kimutatható.

Enzimatisz módszerek: juhtejhez kevert tehéntej kimutatására, a tehéntej lényegesen nagyobb **riboflavin** tartalma és **xantin oxidáz** aktivitása alapján.

2% tehéntej a juhtejben kimutatható. Nem alkalmazható hőkezelt tejek esetében.

A juh, a kecske és a tehéntejben a különböző elemek aránya eltérő. Határozott különbségek vannak a különböző tejből készült sajtok között.

A kalcium és a magnézium aránya a tehéntejben 23,3, a juhtejben 17,2 → a két tejből készült tejtermék egymástól megkülönböztethető.

Különbségeket találtak a három faj között tejük K/Mg, Na/Ca, Cu/Zn, és Cu/Na arányában, és

multivariációs analízissel a nyomelemeket (Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd és Pb) a különböző fajok tejének egymástól való elkülönítésére tudták használni.

A különböző fajok tejéből készült sajtokat el tudták különíteni elektroforézissel, a **különböző kazein frakciók** (elsősorban a κ -kazein) **eltérő mozgékonyága alapján**, és hasznosnak bizonyultak a savófehérje frakciók is.

A tehéntej α -kazein és β -laktoglobulin frakcióinak mozgékonyága lényegesen nagyobb, mint a kecsketejéé \rightarrow a frakciók alkalmasak a hamisítás kimutatására.

A tehéntej α_1 -kazein frakciója alapján 5-10% tehéntej kecsketejhez keverése kimutatható, és ugyanez elmondható a **β -laktoglobulin frakcióra** is.

Sajt esetében az α -kazein frakció lényegesen jobban használható, mint a β -laktoglobulin, ami egyrészt távozik a sajtkészítés során, ezért koncentrációja alacsony, másrészt hajlamos a kicsapódásra.

Az **α -kazeinnel** kapcsolatos vizsgálatok feltételezik, hogy koncentrációja viszonylag állandó a tehéntejben \rightarrow nagyok lehetnek az egyedi eltérések \rightarrow 5%-nál kevesebb tehéntej kimutatása a kecskesajtból nehéz.

A sajtok karbamidos extrakcióját követő izoelektromos fókuszálás a **para-k-kazein tartalom alapján** a tehéntej mennyiségének nagyon pontos meghatározását teszi lehetővé kecske és juhsajtokból → denzitometriás kiértékelést alkalmazva, 1-2% tehéntej a juhtejből és a juhsajtokból kimutatható.

A **nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia (HPLC)** alkalmas a kecske vagy juhtejhez kevert minimum 2% tehéntej kimutatására és meghatározására.

Immunodiffúziós módszerekkel és immunoelektroforézissel is ki lehet mutatni legalább 2,5% tehéntejet a juh- és kecsketejből.

A módszerek alkalmasak a sajt tehéntejből származó arányának a meghatározására, amennyiben az legalább a 10%-ot eléri.

A **radiális immunodiffúziót** is alkalmazták a tehéntej juh és kecsketejből történő kimutatására, ez a technika azonban nem terjedt el a gyakorlatban.

A **rakéta immunoelektroforézissel** ugyancsak jó hatásfokkal mutatható ki a tehéntej a másik két faj tejéből → a keresztreakció az antitest és a kecsketej között kizárt → 1-5% tehéntej kecsketejhez történő keverése kimutatható. A módszer mind a hőkezelt, mind a homogénezett, mind a nyerstej esetében alkalmazható.

Az **ELISA** (Enzyme Linked Immunosorbent Assay, antigén-ellenanyag kötésen alapuló technika) módszert is jó hatékonysággal alkalmazták a tehéntej juhtejből, ill. juhsajtból történő kimutatására.

A kéméletesen és az ultra magas hőmérsékleten pasztörözött tej, valamint a sterilizett tej gyengébb immunválaszt ad a valószínű precipitáció miatt.

A módszereket összehasonlítva megállapítható, hogy

az elektroforézis, különösen a **poliakrilamid-gélelektroforézis (PAGE)** pontosabb és megbízhatóbb eredményeket ad, mint akár az immunoelektroforézis, akár a radiális immunodiffúzió → az elektroforézissel 5% kecsketej juhtejhez történő keverése nagy biztonsággal kimutatható.

A bivalytej tehéntejjel történő hamisítása

A vízibivaly tejét a mozzarella, tipikus olasz sajt, előállítása során gyakran hamisítják tehéntejjel.

Az **elektroforetikus mobilitás alapján** az elektroforézist alkalmazzák a bivalytejhez kevert tehéntej kimutatására.

Erre leginkább az α - és a β -kazein alkalmas, hisz ezek mozgékonyasága tér el leginkább egymásétól.

A kazeinfrakciók közül az α_1 -kazein adta a legjobb eredményt mind a poliakrilamid-gél-, mind az agarózgél elektroforézisnél.

Minden kazeinfrakciónak meg van a megfelelő párja a tehéntejben és a bivalytejben is, melyek **izoelektromos fókuszálással** (IEF) egymástól szétválaszthatók.

Proteolitikus enzimek alkalmazása \rightarrow a frakciók szétválasztása alkalmas a két tej megkülönböztetésére \rightarrow a frakciók elektroforetikus mozgékonyasága különböző \rightarrow jól hasznosítható a tehéntej bivalytejéből történő kimutatására.

Kísérletek történtek a γ_2 és a γ_3 kazein frakció elemzésére plazmin adagolás után, PAGE és IEF alkalmazásával \rightarrow a módszer alkalmasnak bizonyult 1% mennyiségű tej kimutatására a másik fajéból.

A bivalytej elektromos vezetőképessége a tehéntej hozzáadásával arányosan nő \rightarrow próbálkoztak az elektromos vezetőképesség alkalmazásával.

A bivalytej tejzsírjának palmitinsav és olajsav tartalma a folyékony fázisban szignifikánsan nőtt tehéntej hozzáadásának hatására → próbálkoztak **a zsír zsírsavösszetételének meghatározásával.**

E két zsírsav rendkívül érzékenyen reagál a tehéntejjel történő elegyítésre → segítségükkel 5% tehéntej bivalytejhez keverése nagy biztonsággal kimutatható.

Javasolható, hogy minden környezetben végezzék el az összehasonlítást a két faj zsírjának összetételét illetően, és a helyi sajátságoknak megfelelő becslő rendszert hozzanak létre a tehéntej részarányának meghatározására.

Egyéb módszerek:

A bivaly kazein micellák által nyúlban termelt ellenanyag segítségével, a karotintartalom alapján → a bivalytej karotintartalma lényegesen kisebb a tehéntejénél.

A bivalytej több laktenint és kevesebb agglutinint tartalmaz, mint a tehéntej → lehet a megkülönböztetés alapja.

A különféle fajok teje a különféle **illó komponensek alapján** is megkülönböztethető egymástól.

A dimetilszulfon a tehén, a kecske és a juhtejben az összes illó komponens 25%-át teszi ki, ez az aránya bivalytejben csak 4%.

A 3-metil-butanal csak a bivalytejben található,

a fenilacetaldehid és a benzaldehid nagy koncentrációban található meg a kecsketejben,

a 2-metilketonok és az 1-oktén-3-ol a bivalytejben található meg nagyobb koncentrációban,

a feniletanol a juh és kecsketejben egyáltalán nem található meg, százszor nagyobb koncentrációban található a bivalytejben, mint a tehéntejben → egy potenciális analitikai módszer alapját jelenthetik.

Az anyatej hamisítása egyéb tejekkel

A **pehelyesedési teszt** során a kalcium acetát megfelelő koncentrációjú oldata a kazein fehérjéket 37 °C-on, a savófehérjéket pedig 60 °C-on csapja ki, de nem reagál a humán kolosztrummal → Ha pelyhek csapódnak ki az anyatejből, akkor az tehéntejet is tartalmaz.

Az anyatejhez kevert tehéntejet telített réz-szulfát oldattal és 0,4% kadmium-szulfát oldattal is ki lehet mutatni, melynek során, tehéntej jelenlétében, **csapadék válik ki.**

Az anyatej vizezését a **fagyáspont növekedés alapján** lehet kimutatni (?) → a fagyáspont személyről személyre, sőt ugyanannál az anyánál is változhat.

Az anyatejhez kevert tehéntejet viszonylag könnyű kimutatni az anyatej, ill. a tehéntej **fehérjefrakcióinak tulajdonságaiban fennálló különbségek alapján.**

A **β -laktoglobulin az anyatejben nem fordul elő** → jelenléte az anyatejben egyértelműen a hamisításra utal.

Alkalmas a hamisítás bizonyítására a **savófehérje frakcióban található α -laktalbumin és a kazein frakcióban található κ -kazein is.**

Ezeknek a fehérjefrakcióknak a segítségével 1% tehéntej anyatejhez keverése kimutatható. Az alkalmazott módszer a PAGE és az IEF.

Az **anyatej szabadaminosav- és taurintartalma lényegesen nagyobb**, mint a tehéntejé.

Míg az anyatej taurintartalma 33,5 $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$, addig a tehéntejé csak 1,9 $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$,

a glutaminsav esetében pedig 262,7 $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$, és 28,8 $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$ → lehetőséget adnak az anyatejhez kevert tehéntej kimutatására.

A taurint és a szabad glutaminsavat meg lehet határozni **ioncserés oszlopkromatográfiával** oszlop utáni ninhidrinrel való származékképzéssel, vagy **nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával**, oszlop előtti származékképzéssel.

Szójatej a tehéntejben

A **szójatej** és a belőle készült tejtermékszerű anyagok **ideális tápanyagok a vegetáriánusoknak és a tejfehérje allergiában szenvedőknek**, a fejlődő országok lakóinak, ahol hiány van jó minőségű állati eredeti fehérjéből.

10-20% szójatej tejhez történő keverése nem változtatta meg a joghurt és a sajt organoleptikus tulajdonságait → nehéz olyan analitikai módszert találni, mellyel a tejhez kevert szójafehérje kimutatható lenne.

20% szójatej hozzáadás nem változtatta meg az alvadási időt, ennél több esetben azonban már hosszabb alvadási idővel kell számolni.

A szójafehérje kimutatására tejtermékből több módszert is kidolgoztak:

nátrium-dodecil-szulfát poliakrilamid gélelektroforézist (SDS-PAGE),

szerológiai módszereket,

peptid analízist → az analízisek a szójatej és a tehéntej fehérje tartalmában fennálló különbségeken alapulnak.

A PAGE-val, 8,6-os pH-jú tris puffer alkalmazásával a tehéntejből hat, a szójából pedig kilenc frakciót lehet elkülöníteni.

A szója globulin frakcióinak elektroforetikus mozgékonyága nagyobb, mint a vonatkozó tejfehérjéé, a κ -kazeiné, de kisebb, mint a γ -kazeiné.

A módszerrel 2% szójatej tehéntejhez történő keverése kimutatható.

A PAGE, az SDS-PAGE és a HPLC is jól használható a szójafehérje kimutatására → 5%-os szójatej tejhez adása nagy biztonsággal kimutatható, és a mennyisége meghatározható.

HPLC analízissel, hitelesítő egyenes segítségével, 1%-nál több szójatej a tehéntejben nagy biztonsággal kimutatható.

A módszerek hátránya, hogy drágák, képzett személyzetet és drága műszereket igényelnek.

Az ELISA módszerek lényegesen olcsóbbak, és velük is lehetséges 1%-nál több szójatej kimutatása.

A szójatej mellett a tejhez kevert **kókusztej is kimutatható.**

A savó és az író kimutatása a tejből

A savópor felhasználásának, a magas tejcukor tartalom miatt, korlátai vannak.

A soványtejsavó, az előírások szerint, csak fölözött tejből készülhet, és nem tartalmazhat savóból vagy íróból származó szárazanyagot, és oltó enzim sem lehet benne.

A világon sok helyen az édes tejszínből készült vaj gyártása után visszamaradt **írót por formájában a soványtejsavóhoz keverik** → kimutatására több módszert is kidolgoztak:

A hamisítást nyomon lehet követni a savófehérje frakció mennyisége, a tejsav mennyisége alapján → pozitív, ha meghaladja a 150 mg/100 g-ot, és a hamutartalom alapján → pozitív, ha több, mint 8%.

Az írópor kimutatására fel lehet még használni:

az elektronmikroszkópot, mert a részecskék felülete eltérő, ha sovány tejből vagy íróból készül a por,

a savas kicsapódási tesztet, melynek a során a kazein micellák, a savófehérjék és az íróban lévő nagymennyiségű zsírgolyócska membránok eltérő módon viselkednek.

A savó ára alacsony, organoleptikus tulajdonságai nem térnek el jelentősen a tejétől → pasztörözött tejet hamisítják vele → a tej hamisításával jelentős gazdasági haszonra lehet szert tenni.

A savó mennyiségét a tejben ki lehet mutatni **a kazein-savófehérje arány alapján** → a kazeint meg lehet határozni annak 4,6-es pH-n történő kicsapása után, ami utána visszamarad, az a savófehérje.

A kazeintartalom és a foszfortartalom nagyon szoros összefüggésben van egymással → csak a kazein képes a foszfátot észter kötéssel megkötni → a foszfortartalomról a kazein tartalomra → a tej savóval való hamisítására lehet következtetni.

Savófehérje a tejtermékekben

Nagyon fontos annak ismerete, hogy a különféle tejtermékek mennyi tejszáranyagot, és ebben mennyi teljes tejpórt tartalmaznak, és tudni kellene azt is, hogy **mennyi benne a savófehérje és a kazein aránya.**

Különválasztani a kazeint a savófehérjétől nagyon nehéz, mert a különféle hőkezelési eljárásokat követően együtt csapódnak ki, **gyakorlatilag elválaszthatatlanok.**

Egyéb megoldás: a foszfortartalom alapján való becslés, mivel a foszfor csak a kazeinhez kötődik, a **foszfor/nitrogén arány alapján a kazein mennyisége,** még összetett mátrixban is, **becsülhető.**

Alkalmazható még a radiális immunodiffúzió is a kazein és savófehérje mennyiségének becslésére.

A savópor, írópor vagy kazeinát hozzáadása a főlözött tejhez a cisztein-cisztin (-S-S-) komplex, valamint a szialinsav alapján mutatható ki.

A cisztein- és a cisztintartalom egy módosított ninhidrin reakció alapján, vagy ioncserés oszlopkromatográfiával mérhető.

Az SH-csoportok mennyisége a normál sovány tejporban 86,4 µg/g fehérje, savó vagy savófehérje hozzáadásra lineáris emelkedést mutat.

10% **savófehérje** hozzáadása a soványtejporhoz **az SH-csoportok koncentrációját szignifikáns mértékben megnöveli** → a módszer alapján a hozzáadott savó vagy savófehérje mennyisége meghatározható.

Amennyiben a cisztein/cisztin arány nagyobb, mint három, és a szialinsav mennyisége meghaladja a 3%-ot, a savófehérje kiegészítés bizonyított.

Lehetőség van még a **HPLC és a gélelektroforézis** alkalmazására is, de ezek drágák.

A hozzáadott savófehérje mennyiségét az **aminosav összetétel alapján** is meg lehet határozni, amennyiben az eléri vagy meghaladja a 10%-ot.

A módszert nem befolyásolja, hogy denaturált vagy nem denaturált savófehérjéről van szó, illetve hogy történt-e hőkezelés, vagy nem.

Próbálkoztak a **glikomakropeptidek** HPLC-s vagy spektrofotometriás meghatározásával is.

Jó eredményeket értek el a renninnel keletkezett savópor édes íróporhoz történő keverésének kimutatásával, jobbak voltak az eredmények a savanyú alvasztás esetében kapott savópornál.

A **HPLC** módszer mind megbízhatóságban, mind érzékenységben **felülmúlja az összes többi**, és vele 0,5% édes savópor hozzákeverése kimutatható a fehérjefrakciók analízise alapján.

Az édes savópornak magasabb a laktóz, nátrium-, kálium- és kloridtartalma → a tejporból készített tej fagyáspontja lényegesen alacsonyabb, ha savóport adtak hozzá. A **fagyáspont csökkenésből regressziós egyenletek alkalmazásával** a hozzáadott savópor mennyisége meghatározható.

Tejporból előállított (újraalkotott) tej

A tejpor előállítás során a fehérjék egy része denaturálódik, amit fel lehet használni az újraalkotott tej kimutatására.

A festékkötéses módszerek valamint a gélelektroforézis nem tudott különbséget kimutatni a normál és az újraalkotott tej között.

A **β -kazein és az α -laktalbumin aránya alapján** 25% újraalkotott tej normál tejhez történő keverése kimutatható.

Az újraalkotott (rekonstruált) tej 500 nm-nél nagyobb átmérőjű aggregátumokat tartalmaz, melyek a normál tejben nem fordulnak elő.

A rezazurin más színt ad a két tej esetében, és a tej összes redukáló kapacitás is más lehet.

Az újraalkotott tejek nitráttartalma, az alkalmazott hígítóvíz nitráttartalma miatt, nagyobb lesz, mint a normál tejé, hisz **a normál tej nitráttartalma rendkívül alacsony.**

Ha a nitráttartalom 1 mg/kg-nál nagyobb, akkor gyanakodni lehet, hogy a tej újraalkotott tejet is tartalmaz. A meghatározás során a nitrátot nitritté konvertálják, mely **kemilumineszcens** eljárással nagyon pontosan mérhető.

A tej- és tejtermékhamisítás egyéb lehetőségei

Amennyiben a tej mangántartalma magas, borjútáppal való hamisításra gyanakodhatunk, ugyanis

a borjútáp mangántartalma elérheti a 10-15 mg/kg-ot is, míg a tejé csak 0,021 mg/kg körüli.

A tiszta tej kiegészítése növényi fehérjéket tartalmazó tejjel a savófehérje nitrogéntartalmának mérésével mutatható ki, miután a kazeint kicsapatták.

A nyers tej pasztörözött tejhez történő keverése a **foszfatáz enzim** aktivitásának mérésével mutatható ki.

A Mozzarella sajt valódisága szkennig elektron mikroszkóppal ellenőrizhető, a hamisítványokban olyan zsírgolyócskák találhatóak, mely az eredeti sajtokban nem mutathatók ki.

Glükózt, nádcukrot, karbamidot vagy ammónium-szulfátot azért adnak a tejhez, hogy a vízzel való hígítás tényét elfedjék.

A tejhez hozzáadott cukrot a tejben eredetileg is jelenlévő tejcukor miatt **csak kromatográfiás módszerekkel**, elsősorban HPLC-vel **lehet analizálni** → a cukrokat egyenként határozzák meg.

Gyors módszer: a **cukrokat invertáz enzimmel hidrolizálják**, a keletkezett glükózt és fruktózt enzimatikusan, glükóz oxidáz-peroxidáz teszttel határozzák meg.

A konyhasó tejhez történő hozzáadása 0,4%-ig nem okoz íz változást a tejben, de ezzel egy időben 13% vizet is lehet a tejhez adni anélkül, hogy fagyáspontja lényegesen megváltozna.

A savasság csökkentésére ammónia oldatot is adnak a tejhez, esetenként nátrium-bikarbonátot vagy antibiotikumokat, hogy hosszabb ideig eltartható legyen.

0,3% nátrium-bikarbonát hozzáadás lehetővé teszi a tej 10%-kal való hígítását vízzel, a mérhető paraméterek jelentős változása nélkül.

Egyéb zsiradékok a tejben, a vajban és a ghee-ben

A zsiradékok közül a tejszír az egyik legdrágább → hamisítása más egyéb olcsó zsírokkal a világon szinte mindenhol előfordul.

Leginkább a növényi olajokat, ezen belül is a **lenmagolajat, valamint a marhafaggyút használják a legnagyobb arányban a hamisításra.**

A vaj hamisításának felderítése: A módszerek többsége

a trigliceridek szerkezetének megállapításán,

a zsírsavösszetétel elemzésén,

az el nem szappanosítható lipidek mérésén (szterinek, szterin észterek, tokoferolok, karbonil vegyületek), vagy

a fizikai tulajdonságok elemzésén alapul.

A trigliceridek elemzése: a különböző szénatomszámú triglicereidek segítségével a tejszír a többi zsírtól jól elkülöníthető, és 5-10% idegen zsír hozzáadás nagy biztonsággal kimutatható.

Különböző képleteket dolgoztak ki, melyek segítségével nemcsak a hamisítás tényét tudták feltárni, hanem azt is, hogy **milyen típusú zsiradékkal hamisították a tejsírt.**

Alap: csak a tejsír tartalmaz vajsavat, kapronsavat, kaprilsavat és kaprinsavat, ezért a többi zsírnál jóval nagyobb koncentrációban fordulnak elő kisebb szénatomszámú trigliceridek benne, mint a többi zsiradékban.

A trigliceridek összetétele is változhat az évszak, a régió és a laktációs állapot szerint.

A vajsav koncentrációjának mérése sikeresnek bizonyult a növényi olajok kimutatására a tejsírból.

Gázkromatográfia (GC) segítségével, kapilláris oszlop alkalmazásával, nemcsak a zsírsavakat, de **a különböző helyzetű izomereket** (cisz, transz, cisz-transz, cisz-cisz, transz-transz stb.) is meg tudták határozni.

Ezen utóbbiak azonosítására jó hatásfokkal alkalmazták az infravörös spektroszkópiát is.

A **transz telítetlen zsírsavak infravörös spektroszkópiájával** 1-30% vajhoz kevert gyapotmagolajat tudtak kimutatni.

A transz telítetlen zsírsavak természetes módon előfordulnak a tejzsírban, de nem találhatók meg a természetes állapotú növényi olajokban → a transz telítetlen zsírsavak koncentrációjának mérése is lehetőséget ad a vaj hamisításának kimutatására.

A transz zsírsavak mennyiségét befolyásolhatják a takarmány transz zsírsav tartalma és a marha bendőjében lejátszódó biohidrogénezési folyamatok is.

A minősítés során a zsírsavak segítségével meghatározzák a különböző indexeket a tiszta, hamisítatlan tejzsírra, majd a hamisított minta zsírsavösszetételét hasonlítva a tiszta minta összetételéhez a hamisítás bizonyítható → arra is kaphatunk információt, hogy mivel hamisították a vaját.

Japánban **a vajsavat és kapronsavat, valamint a koleszterint határozzák meg** gázkromatográfiás módszerrel, majd a kapott adatokból következtetnek a hamisításra.

A vajsav/kapronsav arány alapján a hamisítást akkor is ki tudják mutatni, ha **vajsavval átészterezett marhafaggyút vagy kókuszszírt adnak a vajhoz.**

Jól hasznosítható a vaj hamisításának kimutatására a **laurinsav/kaprinsav, a mirisztinsav/kapronsav és a mirisztinsav/laurinsav arány.**

A következő olajokat és zsírokat használják rendszeresen a vaj hamisítására.

A tejsír **zsírsavösszetétele, monoglicerid- és triglicerid tartalma** annyira különbözik a többi zsiradékétól, hogy nemcsak a növényi, de az állati zsiradékkal való hamisítást is ki lehet mutatni ezen komponensek mérése alapján.

A **laurinsav/kaprinsav arány** alapján a növényi zsírokat a vajzsírban nagy biztonsággal ki lehet mutatni.

10% kókuszzsír, pálma olaj vagy repceolaj, illetve 5% szójaolaj a tejsírban a hosszú és a közepes szénláncú trigliceridek alapján kimutatható.

A sajtból a részlegesen hidrogénezett növényi zsírokat gázkromatográfiásan, a zsírsavösszetétel alapján lehet kimutatni.

A **zsírsavakból képzett indexek** közül a vajsav/olajsav arány a legérzékenyebb a hamisításra, mert a növényi olajok sok olajsavat, és gyakorlatilag semennyi vajsavat sem tartalmaznak. **Nem alkalmazható a kókuszzsír esetében**, mely viszonylag kevés olajsavat tartalmaz.

Növényi zsiradék esetében koleszterin tartalom is alapja lehet a hamisítás kimutatásának.

A vaj szterintartalmának döntő többsége (több, mint 99%-a) koleszterin, és más típusú szterol vegyület gyakorlatilag nem fordul elő benne →

a koleszterin, ill. a fitoszterin mennyiségének mérése alkalmas lehet bármilyen növényi eredetű zsiradék kimutatására.

A gyapotmag olaj főként **β -szitoszterolt** tartalmaz, de van még benne **γ -szitoszterol** és sztigmaszterol is, ezért

a növényi olajjal való hamisítást egyértelműen jelzi a koleszterin koncentrációjának csökkenése, ill. a növényi szterinek koncentrációjának növekedése a hamisított élelmiszerben.

Két százaléknál több kukorica olaj vagy rizsolaj, 5%-nál több kakaóvaj, repce-, szezám-, szójabab- len- vagy mogyoróolaj, 20%-nál több kókuszszír vagy pálmaolaj, vagy 35%-nál több pálmamagolaj ezzel a módszerrel kimutatható a vajból.

Az **összes szénhidrogén és az összes szterol aránya** az el nem szappanosítható frakcióban egészen más a szalonnában, a margarinban és ghee-ben → ez is lehet a hamisítás kimutatásának alapja.

A szalonna és a margarin 20-30-szor annyi szénhidrogént tartalmaz, mint a szarvasmarha ghee, és 10-15-ször annyit, mint a bivalytejből készült ghee →

regressziós egyenletek segítségével a ghee-hez kevert disznózsírt, ill. margarint nagy biztonsággal ki lehet mutatni.

A különféle növényi olajokban található olyan vegyületek, melyek **csak abban az olajféleségben található**k, semmi másban.

A szezám-mag-olajban szezamin és szezamol található → kimutatása egyértelműen utal a hamisításra, és ugyanerre utal a magas tokoferol tartalom is.

Az alkoholban oldódó és az alkoholban nem oldódó triglicerid tartalom is alkalmas a megkülönböztetésre, ill. a hamisítás kimutatására.

Állati és tengeri eredetű zsírok vajban való kimutatása nehéz, mert ezek a zsírok nagyon sok tulajdonság tekintetében megegyeznek egymással.

A bivalyokat gyapotmag pogácsával takarmányozva tejzsírjuk hasonló lesz ahhoz, mintha a vaját állati zsiradékkal hamisították volna.

Nagyon nehéz az állati eredetű zsiradékot a tejzsírban kimutatni.

Próbálkoztak a **vajzsír és az állati zsiradék:**

különböző oldhatóságával ecetsav:etilalkohol 3:4 arányú elegyében,

a „vajsav szám” mérésével,

az olvadás kritikus hőmérsékletének elemzésével (ghee 49,5-53,5 °C, között, faggyú 70-73 °C között),

a karbamid által kicsapott és ki nem csapott zsírtartalom mérésével,

fluoreszcenciával, melynek során a hamisított ghee kék fluoreszcenciát, míg a eredeti hamisítatlan halvány zöldet mutat, és

különböféle kromatográfiás technikákkal, ahol vagy a triglicerideket, vagy valamilyen frakciót, de legtöbbször a zsírsavösszetételt határozták meg → indexeket számolnak a zsírsavakból.

Az alkalmazhatóság szempontjából ezen **indexek közül kiemelkedik a sztearinsav: olajsav arány, az összes telített és az összes telítetlen zsírsavak aránya, a palmitinsav sztearinsav arány, és a telített és a telítetlen trigliceridek aránya.**

Próbálkoztak a lipáz enzim alkalmazása után visszamaradt szabad zsírsavak analízisével, a 2-monoacil-glicerin meghatározásával is →

a rövid szénláncú zsírsavak a trigliceridekben kevésbé állnak ellen a lipáz támadásának, mint a hosszú szénláncúak.

Az UV spektrum elemzésével a 220-420 nm tartományban a vajat és disznózsírt el lehet, míg a vajat és a faggyút nem lehet elkülöníteni egymástól.

Kromatográfiás elválasztás után a halolajat az eltérő fluoreszcens jel alapján könnyű elkülöníteni a vajtól.

Az illó zsírsavak desztillálásával és kromatográfiás meghatározásával 5-20% delfinolajat a vajtól könnyű volt elválasztani és megkülönböztetni.

A vaj hamisítását triacetinnel vagy hidrogénezett delfinolajjal az illó desztillátum vezetőképességének mérésével ki lehetett mutatni →

a tiszta vaj vezetőképessége kisebb, mint a hamisítotté →

a nagyobb koncentrációjú ecetsav és izovaleriánsav okozza.

Egyéb hamisítások

Hamisított a vaj akkor is, ha különböző állatfajok tejéből készül, vagy ha **magát a tejsírt módosítják valamilyen technológiai beavatkozással.**

Ha **különböző kérődző állatfajok összekevert tejéből állítanak elő vaját,** akkor azt szinte lehetetlen kimutatni, mert még a gázkromatográfiás zsírsavanalízis sem elég érzékeny a megkülönböztetésre.

Indiában nagy mennyiségben használnak fel **hidrogénezett növényi olajokat,** és **nagyarányban hamisítják is a gheet** ezzel az olcsó élelmiszerrel.

Mivel a hidrogénezés foka ma már jól szabályozható, az ilyen jellegű hamisítást még az érzékeny GC-s módszerekkel is nehéz kimutatni.

A tej vizezése és annak kimutatása

A tej vizezése talán a legközönségesebb élelmiszerhamisítás.

Ha csak vizet tesznek a tejbe az **könnyen kimutatható a fagyáspont meghatározása alapján,** ugyanis a víz hatására tej eredeti fagyáspontja nő.

A tej kriozkópiát előszeretettel használják a fagyáspont meghatározására, mert gyors egyszerű és pontos módszer.

A **termisztoros kriozkóppal**, melyben a tejet túlhűtik, majd hagyják mechanikai hatásra megfagyni, melynek során annak **hőmérséklete** megemelkedik, majd a **fagyásponton rövid ideig állandó marad, három százalék, tejhez hozzáadott víz nagy biztonsággal kimutatható.**

A tej fagyáspontjának meghatározására legáltalánosabban használt eszköz a Beckmann-kriozkóp → a **hőmérséklet ezredfok pontossággal leolvasható.**

Ha a tej megsavanyodik, akkor a **fagyáspontja is csökken**, ezért 7 SH^o-nál magasabb savfokú minta vizsgálata esetén savfokonként 0,008 °C-ot vonunk le a leolvasott értékből.

A tej fagyáspontja -0,53 - -0,56 °C között változik. Ha **tej fagyáspontja -0,53 °C-nál nagyobb, akkor a tej vízzel hamisítottnak tekintendő.**

Amennyibe a tej fagyáspontja -0,53 °C-ról -0,27 °C-ra nő, a hígítás mértéke 2 és 50 százalék körülire tehető.

Mások a tej fagyáspontját -0,525 °C-ban szabták meg, amely ha ennél magasabb, akkor a tejet vízzel hamisították.

Minden 1% vízhozzáadás a fagyáspontot 0,006 °C-kal megnöveli, ezért ezzel a módszerrel nemcsak a hamisítás tényét lehet kimutatni, hanem **a hozzáadott víz mennyiségére is kapunk információt.**

A fagyáspont meghatározással akkor kell óvatosan bánni, ha a tej megsavanyodott, mely esetben **a savanyodás mértékét a fagyáspont megállapításakor figyelembe kell venni.**

A módszer sok objektív hibával terhelt:

A tej fagyáspontját befolyásolja a laktációs állapot és a tögygyulladás, a földrajzi elhelyezkedés, az évszak, a takarmányozás, a vízösszetétel, a tej kezelése, különösen a hűtés és a hőkezelés, a tej fagyáspontja mintegy 0,006-0,009 °C-kal nő a pasztörözés és 0,023 °C-kal az UHT kezelés hatására → a fagyáspont nem minden esetben jó indikátora a hőkezelt tejek vizezésének.

Befolyásolhatja még a fagyáspontot az is, hogy reggeli vagy esti fejésről van-e szó, befolyásolhatja a laktációs állapot és a fejés ideje is, a fagyáspont meghatározás akkor sem elég érzékeny, ha írórt adnak a tejhez, mert a két anyag fagyáspontja nagyon hasonló, és mert nagyok az egyedi különbségek a fagyáspontban.

A tejnek konstans az ozmózis nyomása. A tej ozmózis nyomása elsősorban a laktóznak (4,6-4,9% a tehéntejben), másodsorban pedig a nátrium- és a kálium ionoknak, majd az összes többi ásványi anyagnak köszönhető.

Mivel a laktóz koncentráció viszonylag konstans, **bármilyen nemű ozmózisnyomás változás a só koncentráció változás eredménye.**

A vizsgálatok nem találtak összefüggést az ozmózisnyomás és a fagyáspontcsökkenés között →

az ozmózisnyomás mérését nem lehet felhasználni a tej vízzel való hamisításának kimutatására.

Ha a laktózt hidrolizálják glükózra és galaktózra, az jelentős mértékben fogja csökkenteni a fagyáspontot (-0,274 °C-kal), és növelni az ozmózisnyomást.

Ha a laktózt hidrolizálják, a tej mérsékelt mennyiségű vízzel való hamisítása, mivel a fagyáspont nem változik, nem mutatható ki.

Egyéb módszerek a tejhez adott víz kimutatására.

A bivalytej 5-25%-os vizezése jelentős mértékben csökkentette az elektromos vezetőképességet.

A tej vizezettségének kimutatására használták még:

- a felületi feszültség és a viszkozitásmérést,

- a tripszines emésztés és triklórecetsavas kicsapás után visszamaradt szűrlet abszorbanciájának mérését 280 nm hullámhosszon,

- a nitrát ionok analízisét, mely egyértelmű jele a hígításnak.

Az ultracentrifugálás után visszamaradó szűrlet refraktometriás analízise jól használható az anyatej vizezettségének kimutatására.

Tej és tejtermékek hőkezelttségének meghatározása

A tejet, a benne lévő esetlegesen patogén mikroorganizmusok miatt, hőkezeltetni kell.

A hőkezelés néha nem elégséges a patogén csírák elpusztítására, néha pedig, technológia hiányosságából vagy akarattal, nyers tejet kevernek a pasztörözött tejhez.

A **következő próbákat** lehet használni a hiányosságok és a hamisítás kimutatására.

A peroxidáz enzim kimutatása Storch-féle próbával

A Storch-féle próba a **80 °C feletti vagy a 75 °C hőmérsékleten 15 percél hosszabb ideig hőkezelt tej** vagy ilyen tejből készült tejszín, savanyú tej és tejkészítmények, tehéntúró, gomolya esetén alkalmazható.

A módszer lényege az, hogy a nyers vagy nem megfelelően hőkezelt tejben, vagy az ilyen tejből készült termékekben lévő peroxidáz enzim a hidrogén-peroxidot bontja, és a felszabaduló atomos oxigén az N,N-dietil-1,4-feniléndiamin-hidrokloridot szürke, kékesszürke színű vegyületté oxidálja.

Ha a Storch-féle próba során a vizsgált tej színe legalább tíz percig megtartja eredeti, a forralt tejjel azonos, színét, akkor peroxidáz enzim nem mutatható ki a mintából.

Amennyiben az elszíneződés hosszabb ideig megmarad, akkor a vizsgált termék a hőkezelést nem kapta meg.

A foszfatáz enzim mennyiségi meghatározása a 2,6-dibrómkinon-klórimid-fenol reakció segítségével

A foszfatáz enzim mennyiségi meghatározása a **80 °C alatti, vagy a 75 °C feletti hőmérsékleten 35 másodpercnél rövidebb időtartamig, illetve a 65 °C-on 30 percig hőkezelt tej**, valamint az ilyen tejből készült tejtermék esetén alkalmazható.

A nyers, vagy elégtelenül hőkezelt tejben, vagy nyerstejjel kevert pasztörözött tejben vagy ilyen tejből készült termékben a foszfatáz enzim a dinátrium-fenil-foszfátot hidrolizálja, a hidrolízis során felszabaduló fenol a 2,6-dibrómkinon-klórimiddel **kék színeződést ad**, amely a szabad fenol mennyiségével arányos, és fotometriásan mérhető.

A foszfatáz enzim aktivitását **egy cm³ tej által felszabadított fenol µg-ban kifejezett tömegével** adjuk meg.

Amennyiben foszfatázenzim aktivitást tudunk ezzel a módszerrel kimutatni, akkor a minta a kellő hőkezelést nem kapta meg.

A foszfatáz enzim kimutatása hidrogén-orto-krezolftalein foszfáttal

Nyers vagy elégtelenül hőkezelt tejben vagy nyers tejjel kevert hőkezelt tejben vagy az ebből készült tejtermékben lévő foszfatáz enzim a hidrogén-orto-krezolftalein foszfátból orto-krezolftaleint szabadít fel, ami a lúggal **lila-bíbor színeződét ad.**

Ha a próba elvégzése során a tejminta megtartja eredeti színét, vagy a felforralt mintával azonos színt mutat, akkor megkapta a kívánt hőkezelést,

ha a kémcső tartalma **halvány lila, vagy lila-bíbor színűvé válik, akkor a mintából foszfatáz enzim mutatható ki**, és a minta a kívánt hőkezelést nem kapta meg.

A gyulladós tőgyből származó, kóros összetételű tej kimutatása

Masztiteszt próba

Az indirekt próbák a tejben lévő magas sejtek (hámsejtek, leokuciták) mennyiségi viszonyait jelzik,

ugyanis a reagens hatására a **sejtmagban lévő dezoxiribonukleinsav felszabadul**, és ennek a nyálkás konzisztenciájú anyagnak a mennyiségétől függ a reakció mértéke.

Az ellést követő három-öt napon belül valamint a laktáció utolsó hónapjában nagyobb a tej hámsejt tartalma, ezért az ilyenkor pozitív reakció nem utal a tőgybetegségre.

A masztiteszt próba végrehajtása során egy fogantyús tálca négy csészéjébe az első tejsugarak kifejése után 2-3 cm³ tejet fejünk, majd mindegyikbe 2-3 cm³ masztiteszt reagenst töltünk.

A reagenst és a tejet lassan összekeverjük, majd az elegy állományát és színét elbíráljuk.

Ha az elegy változatlan konzisztenciájú és szürkés-kék színű, akkor a próba negatív, a tej egészséges tőgyből származik.

Ha kevés átmeneti csomócskákat tapasztalunk (pozitív +),

vagy maradandó nyálkás csomók, pelyhek jelennek meg az elegyben (pozitív ++),

esetleg gyorsan sűrűsödő, de még folyékony, kifejezetten nyálkás csomókat kapunk bíborlila színnel (pozitív +++),

esetleg az egész anyag kocsonyaszerű, mozgatás után a csésze közepén csomókba összeálló elegy, mely rendszerint bíborlila (pozitív ++++), akkor biztosak lehetünk, hogy **a tej beteg tőgyű tehéntől származik.**

A tesztfolyadékban lévő indikátor az elegy színét is jelzi: **a bíborlila vagy bíborkék a tej lúgos kémhatását, a sárga pedig a savanyú kémhatást jelzi.**

Whiteside-próba

Szekréción zavarok esetén a tejben lévő nagyobb számban található fehérvérsejtek sejtmagjában található nukleinsavak a nátrium-hidroxiddal sókat képeznek és kicsapódnak.

A kicsapódás mértékéből a tőgygyulladásra, ill. szekréción zavarra lehet következtetni.

A Whiteside próba során a frissen fejt tej öt cseppjéhez két csepp 1 mólos nátrium-hidroxidot adunk, és fekete üveglapon 20-30 másodpercig üvegbottal jól összekeverjük.

Pozitív reakció esetén a nukleinsav nátriúmsója kicsapódik.

A próba negatív, ha a tej konzisztenciája nem változik meg.

Ha búzadaránál nagyobb maradék szemcsék válnak ki (pozitív +),

vagy egyenletes nyálkakicsapódás látható (pozitív ++),

esetleg a tej egynemű nyálkás tömeggé áll össze (pozitív +++),

akkor a tej gyulladós tőgyből származik, emberi fogyasztásra alkalmatlan.

A fogyasztásra alkalmatlan, romlott tej mennyiségének kimutatása alizarin teszttel

Az alizarin teszt **a tej savtartalma, ill. pH-ja megváltozásának kimutatásán alapszik**, melyet alkalmazni lehet az istállóban a gyulladós tőgyből történő tej elkülönítésére, de alkalmas a szállítás vagy a tárolás során bekövetkező változások nyomon követésére is.

Mivel a tejben lévő fehérjék is elveszítik eredeti formájukat a savtartalom növekedése hatására, a pH változás jelzője lehet annak is, hogy **a tej alkalmas lehet-e olyan tejtermékek gyártására, mint az UHT tej, vagy a tejpor.**

Az alizarin indikátor és a tej reakciójából következtetni tudunk arra, hogy a tej pH-ja a savas vagy a lúgos irányba változott-e, és hogy a változás hogyan befolyásolja a tej technológiai tulajdonságait.

Amennyiben a tej pH-ja jelentős mennyiségben csökken a tejsavas erjedés hatására, az alizarin teszt pozitív lesz, de ilyenkor a tejfehérjék is koagulálódnak a tesztben lévő alkohol hatására, mert az alkohol megváltoztatja a negatív töltésű fehérjék és a víz kapcsolatát.

Az alkohol elvonja a vizet, és mivel a fehérje stabilitása már csökkent a keletkező tejsav hatására, ezért a fehérjék az alkohol hozzáadására kicsapódnak.

A teszt során különböző alkohol koncentrációjú alizarin oldatot használnak, melynek során az alkohol koncentráció 44 és 75% között változik, normál teszt esetében 68%, mely 0.4%-ban tartalmazza az alizarint.

Amennyiben a gyanú szerint a tej megsavanyodott, a tejsav koncentráció 0,25-0,28% között van, akkor a fehérje már a 44%-os alkoholtartalmú teszt alkalmazása során is kicsapódik.

Ha a tejsav mennyisége 0,18-0,21% között van, akkor a 68% alkoholtartalmú tesztet alkalmazzuk, melynek során a próba pozitív.

Érzékenyíthetjük a tesztet, ha az alkoholtartalmat 70%-ra növeljük, és ha a minta még a 75%-os alkohol tartalmú tesztnél sem mutat kicsapódást, akkor a tejminta ellenáll a magas hőmérsékletnek, és a fehérje még 100-112 °C-os hőkezelés során sem fog kicsapódni.

A fehérje kicsapódással párhuzamosan **a tej színe is jelentős mértékben megváltozik** az indikátor pH-függése következtében.

A friss tej színe (pH=6,60-6,45; nincs kicsapódás) halvány lila,
az enyhén savanyú tejé (pH=6,30-6,50; némi pelyhes kicsapódás lehetséges) barnás-rózsaszín,
savanyú tej esetében (pH=6,00-6,20; kisebb pelyhek a tejben) intenzív barnás-rózsaszín,
erőteljes savanyodáskor (pH kevesebb, mint 6; erőteljes kicsapódás) sárga,
édes alvadásnál, mikor a pH kissé megnő (pH=6,60-6,75; erős kicsapódás) halvány lila,
tőgygyulladás esetében (pH nagyobb, mint 6,80; kis pelyhek) lila,
lúg hozzáadására (pH nagyobb, mint 6,80; nincs kicsapódás) lila.

A laktáció elején és végén a tej összetétele eltér a normál tejétől,

rendkívül érzékeny az alkoholra, ezért az alkohol teszttel mind a kolosztrum, mind pedig az öregfejős tehén tejének normál tejhez történő keverése kimutatható.

A frissfejős teheneknél a pozitív teszt még nem jelent technológiai hibát.

Ha a 68% alkoholtartalmú reagens hatására a szín világos lila, és nincs kicsapódás, akkor a tej jó minőségű, technológiai szempontból elfogadható.

Ha a szín világos lila marad, de apró pelyhecskék előfordulnak, a tesztet meg kell ismételni, és az alizarin teszt mellett a rezazurin tesztet is el kell végezni.

Ha a szín barnás rózsaszín és pelyhes kicsapódás állapítható meg, a tejet nem szabad feldolgozni.

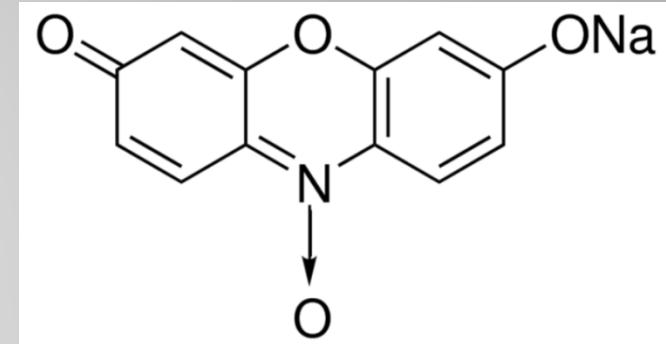
A rezazurin teszt

A rezazurin redukciós próba során a rezazurin **kék** színű oxidált formája a mikroorganizmusok élettevékenysége folytán redukálódik,

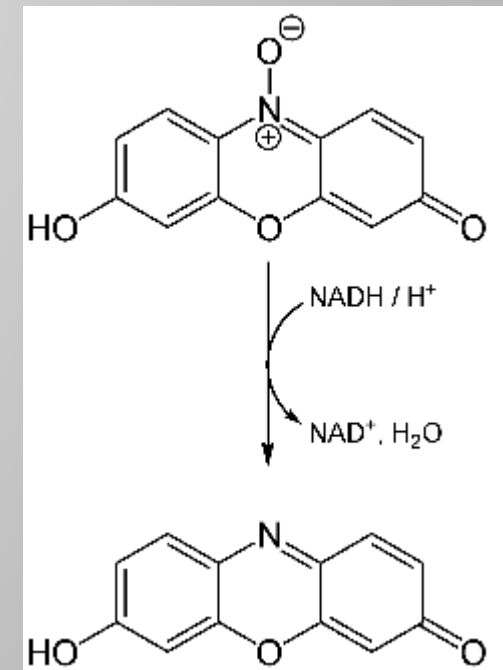
melynek során dihidrorezorufinná alakul,

színe először **lila**, majd **rózsaszín**, végül pedig **színtelen** lesz.

A tej mikrobiológiai minősítését a szín alapján tudjuk, kellő inkubációs idő után, elvégezni.



Rezazurin oxidált formája (kék)



A rezazurin redukciója

Következtetések

Mindent lehet hamisítani.

Minden hamisítást ki lehet mutatni.

Reszkesetek (tej)hamisítók.

Jövünk, mi, vegyész analitikusok.

Ha hamisítani akartok: Hívjatok, adunk tanácsot.

Ha ki akarjátok mutatni a hamisítást: Hívjatok, megállapítjuk.

Legjobb dolog: becsületesen dolgozni, és nem hamisítani.

De akkor mit fogunk mi csinálni?

Mégis csak hamisítsatok!

De vigyázzatok: Elkapunk benneteket! És akkor nektek annyi.

Végső konklúzió: Az utolsó dia nem komolyan veendő.

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!

Várom kérdéseiket.