



# Laborera med enkla medel

Text: Britt-Marie Lidesten  
Kerstin Westberg



*Vad kan det bli av en tom margarinask, en bit ståltråd, några träpinnar och tre 9 V batterier? Alldeles rätt gissat – en elektroforesapparat! Tillsammans med hushållsfärger, bikarbonat, glycerol och agar kan man sedan köra en enkel gelelektrofores till en minimal kostnad.*

Det behöver inte vara krångligt och dyrbart att göra en enkel gelelektrofores, ett modellförsök som visar en viktig metod inom gentekniken. Ett försök kan genomföras med mycket enkel utrustning och till låg kostnad och passar utmärkt att göra på högstadiet, kanske i samarbete mellan flera naturvetenskapliga ämnen och teknik.

Med utgångspunkt i försöket kan genteknikens tillämpningar och etiska konsekvenser diskuteras. I grundskolans kursplan för biologi står exempelvis "Genteknikens möjligheter och risker och etiska frågor som tekniken väcker", samt "aktuella forskningsområden inom biologi, till exempel bioteknik".

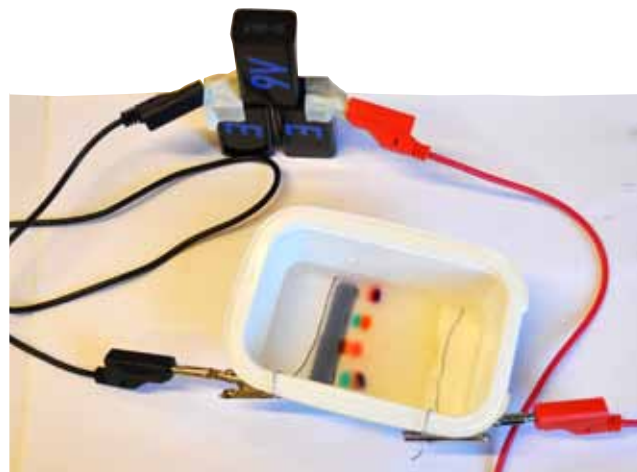
Under Bioresursdagen den 14 november för högstadielärare fick deltagarna bygga en enkel elektroforesapparat och genomföra en gelelektrofores med kombinationer av olika färgämnen. Den ursprungliga metodbeskrivningen, som vi har omarbetat, kommer från "Gel Electrophoresis, Biotechnology on a budget to dye" av Julie Yu, The Exploratorium Teacher Institute, San Francisco.

Resultatet av försöket användes för att lösa ett mordfall. Konceptet bygger på artikeln "The DNA detective game" i tidskriften Science in school, nr 19 ([www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org)). Artikeln beskriver ett spel där ett mordfall löses

utifrån konstruerade bilder på DNA-profiler. Vi har ersatt bilderna med gelelektroforeser som eleverna själva kör.

Eleverna kan själva skriva en deckargåta med ett mordfall och några misstänkta personer, som också innehåller en beskrivning av vilka DNA-spår man funnit på mordplatsen. Läraren matchar personerna och DNA-spåren med en viss kombination av färgämnen. Se punkt 2 i beskrivningen på sidan 21 och kompletterande material på vår webbsida för hur proverna görs i ordning. Eleverna får sedan ta fram DNA-profiler från de misstänkta personerna med hjälp av gelelektrofores och jämföra med de analyser som läraren gjort i förväg av spåren på brottsplatsen. Resultatet används för att identifiera den skyldige. Läs mer om DNA-analyser på webbsidan från Statens kriminaltekniska laboratorium, Biologienheten ([www.skf.polisen.se](http://www.skf.polisen.se)).

I artikeln till höger beskrivs hur gelelektroforesen genomförs. Den kan mycket väl också göras fristående från konceptet med en deckargåta.



Tre seriekopplade batterier driver gelelektroforesen.



## Gelelektrofores

I en gelelektrofores separeras laddade molekyler av olika storlek, till exempel DNA-fragment. Först gjuts en gel med en serie brunnar för proverna. Gelen täcks med buffert (pH>7) och prover fylls i brunnarna. Molekylerna vandrar i gelen beroende på ett elektriskt fält, negativt laddade molekyler vandrar mot pluspolen. Små molekyler vandrar snabbare än större. I beskrivningen nedan används färgämnen i stället för DNA-fragment.

### Säkerhet

Elektroforesapparaten får inte köras med för hög spänning. Använd tre 9 V batterier till försöket. I försöket används ofarliga kemikalier.

### Elektroforesapparaten tillverkas

*Detta behövs:*

- En låda, ca 12 x 8 cm. Lådan ska antingen vara gjord helt i plast eller ha en plastad insida. Insidan ska vara vit eller också ska asken vara helt genomskinlig. Exempelvis fungerar en tom smörask eller leverpastejask utmärkt.
  - Färgad vävtape, ca 1 cm bred och 10 cm lång
  - Två bitar *tunn* ståltråd, ca 15 cm vardera
  - Tre 9 V batterier
  - Två elledningar (röd och svart)
  - Två krokodilklämmor
  - Två glasspinnar
  - Två kaffepinnar (smala träpinnar)
  - Frystape
1. Sätt en färgad tapebit på tvären i botten på lådan, ca en tredjedel från den ena kanten, för att det ska bli lättare att se brunnarna.
  2. Böj två ståltrådar, cirka 15 centimeter långa, så de ligger längs botten av asken på båda sidorna av gelen. Ståltrådarna ska sticka upp ur asken och ansluts med krokodilklämmor till elledningarna (bild s. 20).
  3. Seriekoppla tre 9 V batterier genom att sätta ihop minuspolen med pluspolen på nästa batteri. En pluspol och en minuspol ska vara fria för att kunna anslutas till elledningarna med hjälp av lite tape.
  4. Tillverka en kam av glasspinnarna och kaffepinnarna. Kaffepinnarna ska bilda fyra lika långa tändar som är till för att skapa brunnar i gelen. De fästs med tape på lika avstånd från varandra mellan de båda glasspinnarna. Kammen ska hänga på kanten av asken. Se till att tändarna inte når ända ner till botten på asken. Det ska finnas cirka 4 mm mellan askens botten och kammens tändar (se bild ovan).

## Gelen gjuts

*Detta behövs:*

- Agar, från affär specialiserad på asiatisk mat eller agaros från kemikaliefirma
  - Bikarbonat, 1 g löses per 500 ml vatten (0,2%)
  - Kokplatta eller mikrougn
  - E-kolv, 250 ml
1. Väg upp 1 g agar i en 250 ml E-kolv och tillsätt 100 ml bikarbonatlösning (1% gel).
  2. OBS! Var försiktig, så du inte bränner dig! Låt blandningen koka upp och kontrollera noga att lösningen ser klar ut, det ska inte synas några gelékor i vätskan. Se till att agarblandningen inte kokar över. Låt blandningen svalna till cirka 60°C.
  3. Placera kammen i elektroforesapparaten mitt över bandet med vävtape. Häll agarlösning i elektroforesapparaten så att det bildas ett ca 1 cm tjockt skikt. Låt stelna.
  4. Skär bort 1,5-2 cm av de yttre delarna av gelen.
  5. Häll på buffert (bikarbonatlösning) så att vätskan precis täcker gelen. Ingen del av gelen ska sticka upp ovanför vätskan.

## Proverna görs i ordning och laddas

*Detta behövs:*

- Röd hushållsfärg, såskulör, röd, grön och violett färg avsedda för mat, inköps på Panduro (se bild ovan).
  - Glycerol (kan inköpas på apotek)
1. Blanda färgproverna med vatten och glycerol: Separata spädningar av varje Pandurofärg görs. Ta 0,1g som löses i 2 ml vatten. Tillsätts 2 ml glycerol. Blanda 0,5 ml såskulör med 3,5 ml vatten. Ta 2 ml av spädningen och tillsätt 2 ml glycerol. Blanda 0,5 ml röd hushållsfärg med 3,5 ml vatten. Ta 2 ml av denna spädning och tillsätt 2 ml glycerol.
  2. Till varje prov kombineras två eller eventuellt fler färger som gjordes i ordning i punkt 1. Ta 0,5 ml av varje färg.
  3. Ta försiktigt upp kammen genom att dra den rakt upp.
  4. Använd en pipett med smal spets (helst pasteurpipett av glas) och fyll i brunnarna med var sin färgblandning.
  5. Sätt fast krokodilklämmorna i ståltrådarna och i elledningarna, anslutna till batterierna.
  6. Kontrollera att det bubblar vid elektroderna och att färgerna vandrar mot pluspolen. Låt färgerna vandra tills det syns en tydlig separation (ca 15-20 minuter).
  7. Läs av gelen och notera resultatet. Jämför med bilder på geler som visar analyserna av spår från brottsplatsen och identifiera mördaren. ■

På [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se), se Bi-lagan 3 2011, finns kompletterande material till övningen.