



Lärarhandledning

Pektin och pektinas

Pektin är en polysackarid som finns mellan växtceller. Pektinaser är enzymer som kan bryta ner pektin. Dessa används både inom matproduktion och industriellt, men kan också användas för att genomföra systematiska undersökningar i skolan.

Olika varianter av den här enzymlaborationen har funnits länge och går att hitta i många versioner. Elevinstruktionen med en *bekräftande undersökning* (se nedan) genomfördes som biologitävling i EOES 2023.

Det krävs inga dyra kemikalier till laborationen. Allt som behöver införskaffas är pektinas och olika sorter äpplen. Pektinas finns att köpa hos återförsäljare som säljer produkter för ciderframställning och en påse med 5 gram kostar drygt 10 kronor. Pektinaser är ett samlingsnamn för många olika enzymer som bryter ner pektin och det är inte helt enkelt att veta vilket pektinas man får. Vi köpte från företaget PGW och det stod bara *enzym* på påsen, ibland står det *pectolase*.

I elevinstruktionen används en 10-procentig enzymlösning, vilket är en väldigt hög enzymkoncentration. Det var den vi använde vid tävlingstillfället. Antagligen fungerar laborationen även med en lägre koncentration.

Bekräftande, guideade och öppna undersökningar

Begreppen *bekräftande*, *guideade* och *öppna undersökningar* är en anpassning till Skolforskningsinstitutets sammanfattning av laborationer i naturvetenskap (se nästa sida).

Till den här lärarhandledningen finns en styrd, bekräftande elevinstruktion. Ibland kan skriftliga laborationsinstruktioner upplevas som svåra för eleverna. Ett förslag är därför att eleverna, som ett sätt att bearbeta den skriftliga instruktionen, ska rita en skiss över försöksupställningen innan de kör igång med undersökningen.

Vi visar också hur laborationen kan öppnas upp till en mer guidad undersökning där eleverna själva får planera försöket.



Bekräftande, guidade och öppna undersökningar

I en bekräftande undersökning får eleverna i uppgift att besvara en given fråga genom att följa en instruktion som läraren förberett.

En guidad undersökning innebär att eleverna får ta ansvar för delar av undersökningen. De kan till exempel få en given undersökningsfråga men själva bestämma hur de ska gå till väga för att ta reda på svaret.

I en öppen undersökning ska eleverna själva ställa frågor, planera och genomföra laborationen.

Skolforskningsinstitutets sammanfattning av forskningsöversikten Laborationer i naturvetenskapsundervisningen: www.skolfi.se/wp-content/uploads/2020/09/Sammanfattning-Laborationer-i-naturvetenskapsundervisningen.pdf

BEKRÄFTANDE UNDERSÖKNING

Vad ska undersökas?

FRÅGESTÄLLNING



Hur ska vi göra?

METOD



Vad händer och varför?

RESULTAT & DISKUSSION



GUIDAD UNDERSÖKNING

Vad ska undersökas?

FRÅGESTÄLLNING



Hur ska vi göra?

METOD



Vad händer och varför?

RESULTAT & DISKUSSION



En guidad undersökning

För att göra om laborationen till en guidad undersökning kan frågan vara: Hur kan du ta reda på om enzymet pektinas påverkar mängden juice som utvinns ur två olika äppelsorter?

Frågor för eleverna när de ska planera och genomföra en guidad undersökning

- Hur ska du utföra undersökningen?
- Vilka variabler måste du hålla konstanta för att få ett tillförlitligt resultat (fair test)?
- Finns det några svårigheter med metoden? Hur kan metoden i så fall förbättras?
- Vad ska du observera? Vad ska du se och mäta?
- Vilka resultat förväntar du dig?
- När undersökningen är genomförd ska resultaten presenteras. Hur kan du göra det så att det blir lätt att förstå för andra?
- Vilken slutsats kan du dra från dina resultat?

En öppen undersökning

Det finns många sätt att utveckla den här laborationen. Man kan jämföra med andra frukter eller olika delar av en växt för att se om de innehåller olika mängd pektin. Det går också att variera enzymkoncentrationen eller undersöka hur temperaturer eller pH påverkar enzymaktiviteten.

Det som är bra med att öppna upp laborationen är att eleverna får träna på att formulera en frågeställning. Har eleverna dessutom genomfört den styrda laborationen är metoden för denna känd. Då kanske det räcker med att skriva ner en ny frågeställning och fundera ut hur den redan testade metoden bör förändras så att en ny utformas.

Vill man fortsätta att testa vad som påverkar enzymets aktivitet är en variant att variera temperaturen genom att ställa iordning fler vattenbad. Tar man isvatten går reaktionen ofta långsamt, men enzymerna förstörs inte utan fungerar igen om de värms upp. Däremot brukar kokande vatten göra så att enzymerna denatureras, men bara om hela äppelmoset hinner värmas upp till så hög temperatur. Om äppelmoset kokar blir problemet istället att cellerna kokar sönder, vilket i sin tur ger mer juice.

Det kan vara lite knepigare att variera pH. Då bör man ställa i ordning olika buffertar, men det tar vi inte upp här. Annars skulle man exempelvis kunna ta utspädd saltsyra och natriumhydroxid, göra i ordning olika lösningar och mäta pH både före och efter en reaktion för att kontrollera om pH har förändrats. Utifrån det kan man sedan försöka utläsa om pektinas har något pH-optimum.

Svarsförslag till frågorna i laborationen

Här följer lite svarsförslag till frågorna i elevinstruktionen.

1. Avläs din tabell. Hur mycket juice har bildats i provrören efter 15 minuter?

Av 50 g äppelmos får man som mest ut cirka 20-25 ml juice.

2. Avläs ditt diagram. Jämför skillnaden i juiceproduktion (ml/minut) de första 5 minutrarna (0-5 minuter) med de sista 5 minutrarna (10-15 minuter) för både de pektinasbehandlade och obehandlade äpplena.

Juicen rinner mycket snabbare ur det pektinasbehandlade äppelmoset, men sedan kan kurvorna variera. I vissa provrör fortsätter det att droppa, men långsammare. I andra provrör verkar det som att all juice redan har kommit ut under de första 5 minutrarna, kurvan planar ut.

- a) Nu kördes försöket i 15 minuter. Hade det räckt att köra försöket i 5 minuter?

Nej, eftersom det i vissa provrör fortsätter att droppa juice.

- b) Tror du att resultaten hade förändrats om ni hade filtrerat under längre tid?

Om alla kurvor har planat ut så hade resultatet antagligen inte förändrats, men om någon kurva fortsatt pekar uppåt skulle det vara bra att fortsätta mätningen.

3. Vilka äpplen gav mest juice, de pektinasbehandlade eller obehandlade? Vad kan det bero på?

De pektinasbehandlade äpplena ger mer juice.

Fler celler separeras förmodligen när pektinet bryts ner vilket kan bidra till att mer juice utvinns.

Pektin binder vatten (används som förtjockningsmedel), så mer juice utvinns när pektinmolekylen bryts ner av pektinas.

4. Varför använde ni ett vattenbad med temperaturen 40 °C?

För att snabba på processen. För de flesta enzymer ökar reaktionshastigheten om temperaturen ökar (till en viss gräns, alla enzymer har olika optimum). Dessutom går de flesta kemiska reaktioner snabbare om temperaturen ökar.

5. a) Jämför utseendet på den juice som bildats. Är den klar eller grumlig?

De pektinasbehandlade provrören är klarare. Det mesta av cellstrukturerna har filtrerats bort. Pektin i sig ger en grumlighet om det finns kvar.

- b) Kan skillnaden i grumlighet bero på pektin och pektinas? Varför/varför inte?

Ja, eftersom det blir samma skillnad för båda äppelsorterna. Juicen som framställts med hjälp av pektinas är klarare, mindre grumlig (pektinas används kommersiellt för att "klarna" fruktjuicer).

6. a) Beskriv färgerna på juicen från de olika äppelsorterna.

Här blir resultaten olika beroende på vilka äppelsorter man använder. Vissa blir bruna snabbt, medan andra oxiderar långsammare. Jämför man provrören med samma äppelsort har ofta båda rören samma färg. Däremot kan färgerna mellan sorterna skilja sig åt.

- b) Kan färgerna bero på pektin och pektinas? Varför/varför inte?

Antagligen inte. Det är ofta samma färg på båda rören med samma äppelsort, så pektinas verkar inte ha någon större påverkan på färgen (bara grumligheten). Det är andra processer i frukten som påverkar färgskillnaden. När fruktköttet kommer i kontakt med syret i luften börjar det bli brunt. Det är andra enzymer som påskyndar den oxidationsreaktionen.

7. Vilken äppelsort tror du innehöll mest pektin? Motivera ditt svar.

Här kan eleverna jämföra skillnaden i juicemängd mellan pektinasbehandlat och obehandlat äpple.

Motivering 1: Äpplet där skillnaden är störst mellan behandlad/obehandlad innehåller mest pektin förutsatt att pektinasmängden är tillräcklig för att bryta ner ALL pektin.

Motivering 2: Äpplet där skillnaden är minst mellan behandlad/obehandlad innehåller mest pektin för att pektinasmängden inte räckte till för att bryta ner pektinet.

8. a) Till vilken ämnesgrupp tillhör **pektin** – protein, fett eller kolhydrat?

Kolhydrat

- b) Vilken funktion har **pektin** i växter?

Sammanfogar cellväggarna mellan cellerna.

9. a) Till vilken ämnesgrupp tillhör **pektinas** – protein, fett eller kolhydrat?

Protein

- b) Vilken funktion tror du att **pektinas** har hos växter, vissa bakterier och svampar?

Pektinaser som bildas i äpplet gör att frukten mognar och mjuknar (blir mer vattnig). Bakterier och svampars pektinaser används vid nedbrytning för att komma åt näringsämnen.

10. Enzymet pektinas finns hos bakterien *Bacillus subtilis* som lever i skog och mark, men inte hos bakterien *Escherichia coli* som lever i tarmarna hos varmblodiga djur. Varför tror du att det är så?

*Bakterien *Bacillus subtilis* finns i naturen och bryter ner växtmaterial som innehåller pektin. Bakterien *Escherichia coli* lever i tarmen och har utvecklat andra enzymer. Tarminnehållet har redan spjälkats och det finns knappt något pektin kvar.*

Tips!

Denna lärarhandledning hittar du på Bioresurs webbplats under Resurser och Cellbiologi. Där hittar du även elevinstruktioner och annat lektionsmaterial inom området cellbiologi.

Fler förslag på bekräftande och guidade undersökningar hittar du på Bioresurs webbplats under Resurser; Organismer; Svampar; Systematiska undersökningar med mikrosvampar – jäst.