



UPPSALA
UNIVERSITET

Enzymer

Arbeta formativt med laborationer i biologi

Ammie Berglund (ammie.berglund@bioresurs.uu.se)

Nationellt resurscentrum
för biologiundervisning
www.bioresurs.uu.se

Systematiska undersökningar

- Praktiska NP läggs ned – vad händer?
- Skolverksuppdrag till NRC 2023 (klart april 2024)
- Inte betygsgrundande - inspiration och stöd för laborativ NO-undervisning
- Formativa bedömningsstöd i BI, KE, FY

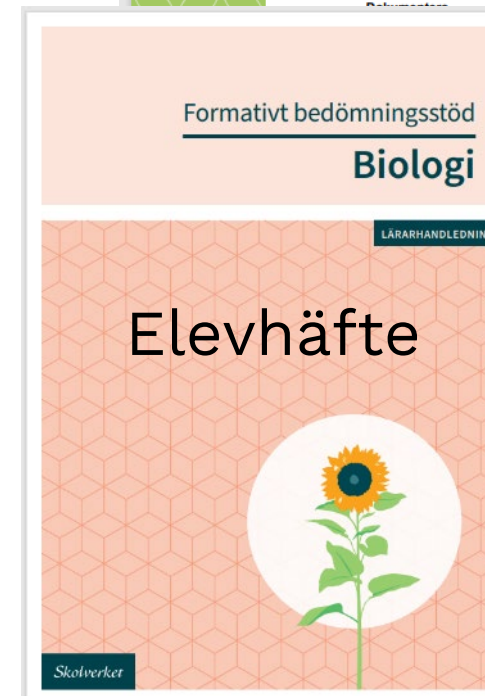
Elevinstruktion

Lärarhandledning

Powerpoint (ppt)

Bedömningsstöd och kartläggningsmaterial - Skolverket

<https://www.skolverket.se/bedomningsstod-och-kartlaggningsmaterial#/>



Syftet med laborationer?

- **Lära sig naturvetenskap**
(förstå begrepp, modeller, teorier)
- **Lära sig utföra naturvetenskap**
(planera, genomföra, värdera, dokumentera systematiska undersökningar)
- **Lära sig om naturvetenskapens karaktär**
(eng. *nature of science*, NOS):
Bygger på empiri & evidens, systematiska metoder,
Beskriver lagar & teorier, begrepp & modeller,
Påverkas av kreativitet, kultur, bias
är trevande, självkritisk, uthållig, har gränser



Laborationer i naturvetenskapsundervisningen |
Skolforskningsinstitutet (skolfi.se)



UPPSALA
UNIVERSITET

Tankestopp – min senaste laboration?

1 (hade lite av allt)

NOS (hur funkar
naturvetenskap)

Naturvetenskapligt
arbetssätt

Lära om
begrepp/modeller

2 (fokus undersöka)

Naturvetenskapligt
arbetssätt

Lära om
begrepp/modeller

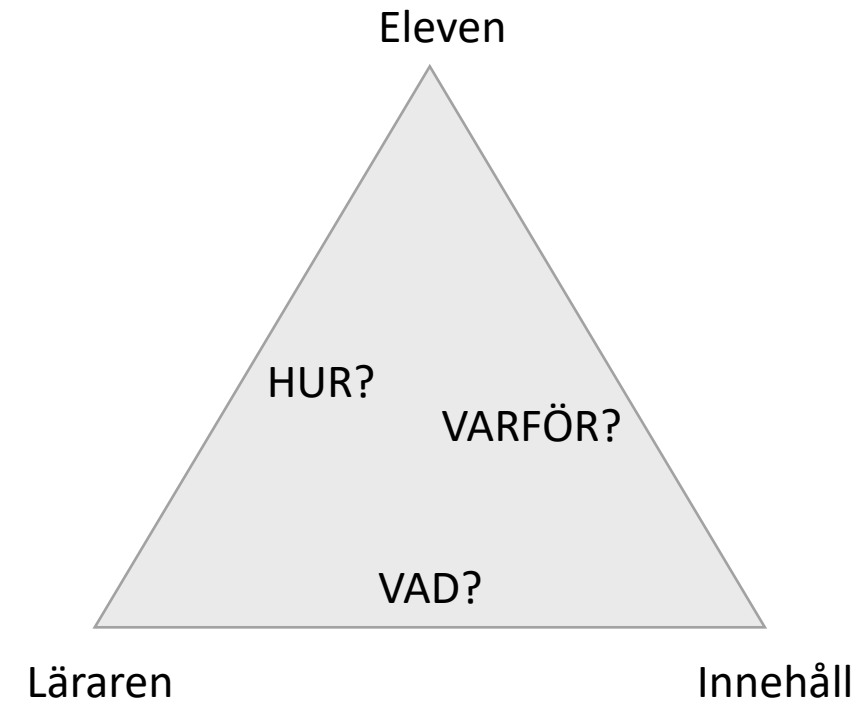
3 (fokus begrepp)

NOS (hur funkar
naturvetenskap)

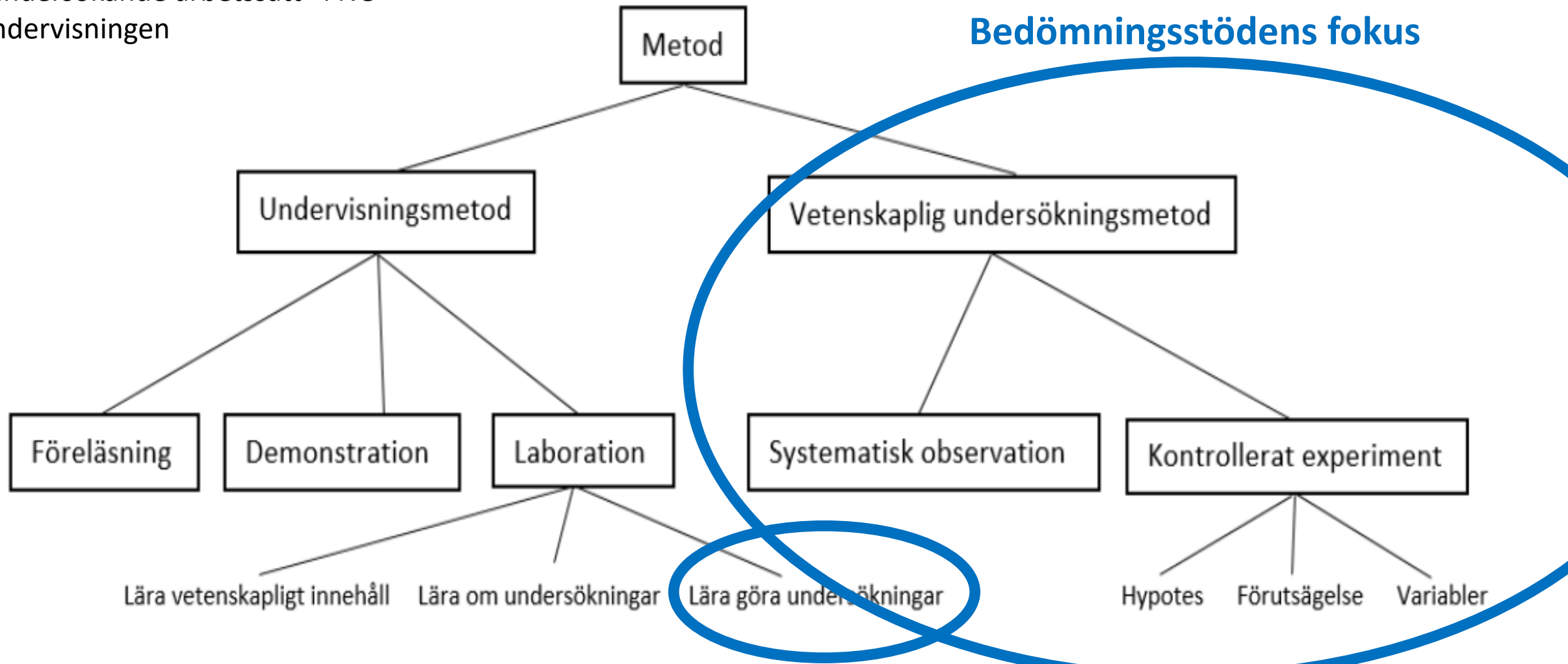
Lära om
begrepp/modeller

Svenska lärare om ”undersökande arbete”?

- ”Lära ämneskunskap” dominerar
- ”Laborationer är roliga”
- ”Undersökande arbetssätt” har ibland oklar betydelse:
pedagogisk strategi?
vetenskaplig undersökningsmetod?
- **Vad** ska eleverna lära sig? **Hur** ska de lära sig det?
- **Didaktiska modeller** kan ge stöd för reflektion
(utmana vanor och traditioner
Hur gör jag – och varför?)



Didaktisk modell för reflektion kring
”undersökande arbetssätt” i NO-
undervisningen



Figur 1 Översättning av Gyllenpalms m.fl. (2011) reflektionsverktyg för att särskilja på pedagogiska och vetenskapliga arbetsmetoder

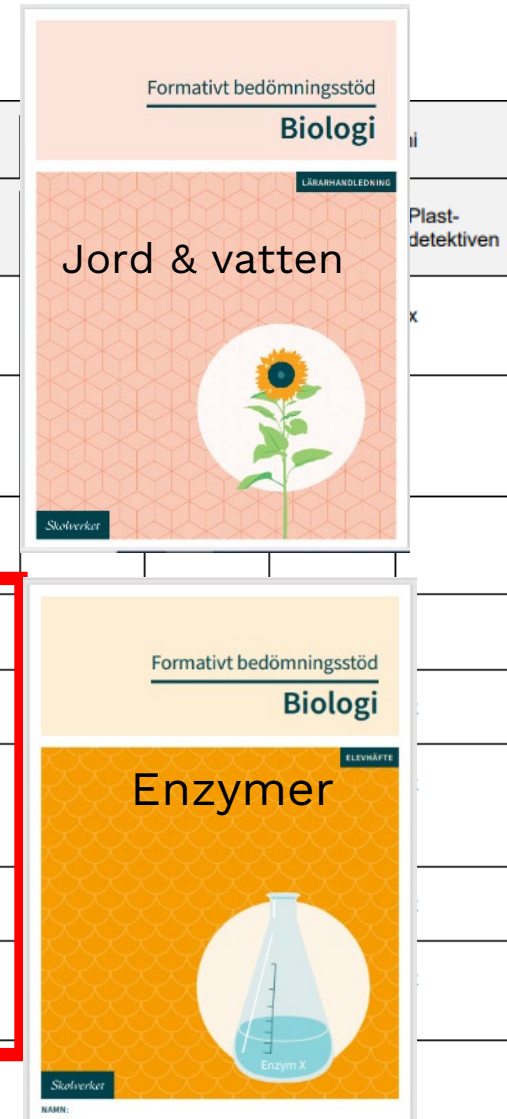
Naturvetenskapligt arbetssätt

... *synliggöra* hur elever hanterar olika aspekter av ett systematiskt arbetssätt

Många kompetenser

- Observera, sortera, beskriva
- Formulera undersökningsbara frågor
- Formulera hypoteser & förutsägelser
- Planera & Genomföra
- Tolka resultat & Dra slutsatser
- Dokumentera
- Utvärdera och förbättra

Aspekt	Biologi	
	Jord och vatten	Enzymer i vår tjänst
Observera, sortera och beskriva	x	
Formulera en undersökningsbar frågeställning	x	
Formulera hypoteser och förutsägelser	x	
Planera en undersökning	x	x
Genomföra en undersökning	x	x
Tolka resultat och dra slutsatser av en undersökning	x	x
Dokumentera	x	x
Utvärdera och förbättra en undersökning		x



Rekommendationer från forskningen?

Lära sig naturvetenskapligt arbetssätt

- Välj ut **delar** av det undersökande arbetet (elever tar ansvar för t ex genomförande & analys, *eller* frågeställning & planering)
- **Förkunskaper** om det som ska undersökas (begrepp, modeller)
- Exemplifiera och **diskutera frågeställningar** aktivt (hur kan de förbättras, bli tydligare, mer undersökningsbara)
- Experiment: fokusera på **variabelförsök** ("fair test"), rättvisa jämförelser, vad varierar, vad ska hållas lika?
- Elever behöver lära sig **hantera och förstå utrustning och metoder** för att veta hur den kan användas för att planera undersökningar.
- Stöttning behövs ofta för att förstå hur **de egna resultaten** ska tolkas och värderas (ex. rädsla för att få "fel" resultat, justerar i efterhand resultat (eller hypoteser) för att "få rätt")



Innehåll

- Lektion 1: Variabelförsök och teori
- Lektion 2: Egen planering av laborationen
- Lektion 3: Laboration och utvärdering
- Lektion 4: Använda kunskaper för att planera en egen undersökning



Enzymer – ja, men inte direkt...

- Kontexten växer fram lite ”krokigt”
- Från kladdkaka till igelkottsmjolk
- I mitten stöter vi på enzym X...
- Centralt lärandemål
(”övergripande syfte”):
att förstå **variabelförsök**



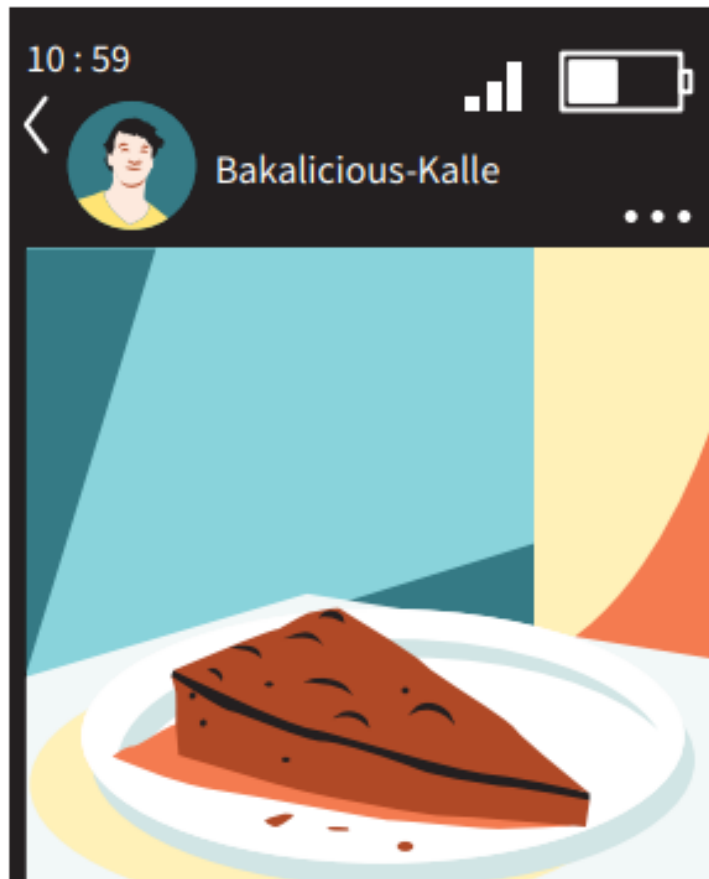
Startuppgift



Sara-Bakar

Optimalt recept för perfekt kladdig kaka, gräddas i 12 minuter

- 150 g smör
- 3 ägg
- 3 dl strösocker
- 2 dl vetemjöl
- 1 dl kakao
- 1/2 msk vaniljsos
- 2 krm salt



Bakalicious-Kalle

Jag lägger till två ägg för att få i mig mer protein.



Sara-Bakar

Men då måste du ju grädda längre tid för att den inte ska rinna. Eller?



Bakalicious-Kalle

Jag har inte tid. Det blir bra ändå!

- Hur undersöka om kakan enligt Kalles recept blir lika kladdig som Saras originalrecept?
- Vad måste vi tänka på för att kunna jämföra kakorna?

Skapa kontinuitet – bryggör till laborationen...

Kan man leva på kladdkaka?

Innehåll	i 100 gram	% av Dagligt intag
Energi (kJ)	1419	17
Fett (g)	17	25
Protein (g)	5	10
Kolhydrater (g)	40	15
Fibrer (g)	2	-
Vatten (g)	34	-

Näringsämnen

I maten → till kroppen?
Tar vi upp allt?

Matspjälkningssystemet

Enzymer!

1000 g kladdkaka ger 100% av dagens protein – check 😊 ?
+
250 % av dagens fett...

Obalanserad kost med bara kladdkaka!



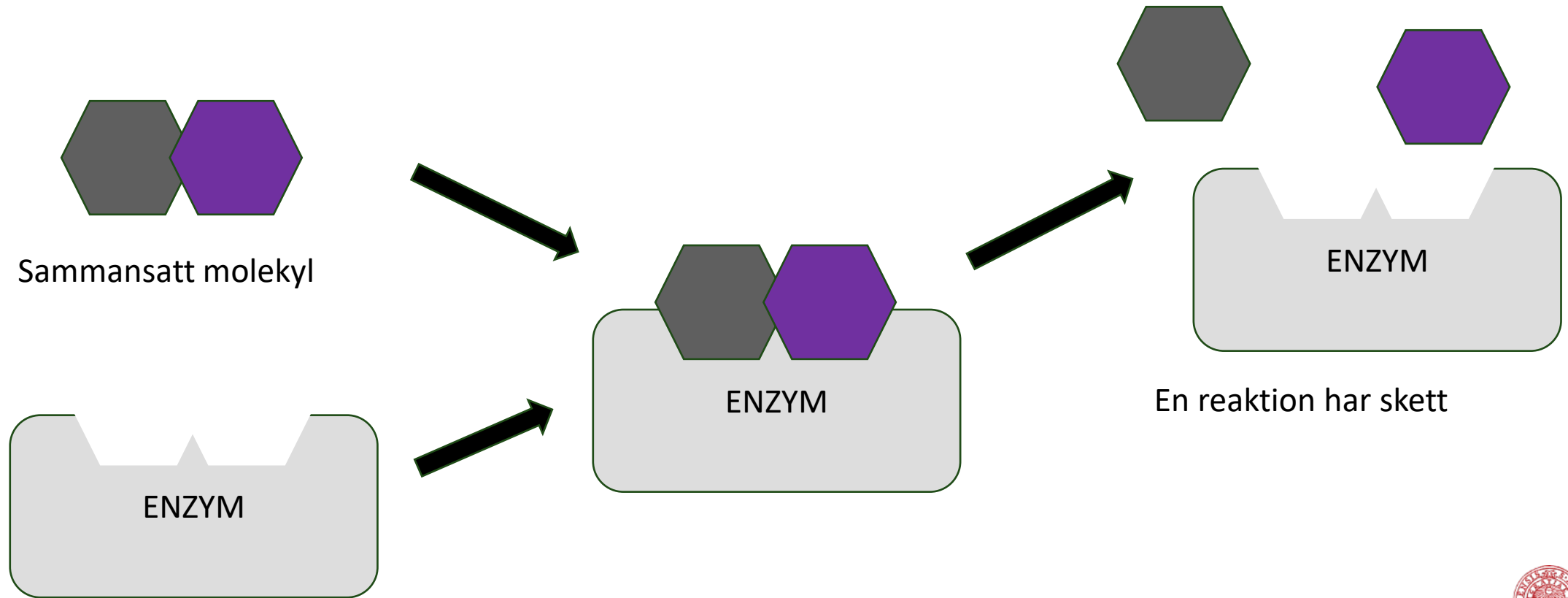
Bild: Bild av [Dann Aragrim](#) från [Pixabay](#)



UPPSALA
UNIVERSITET

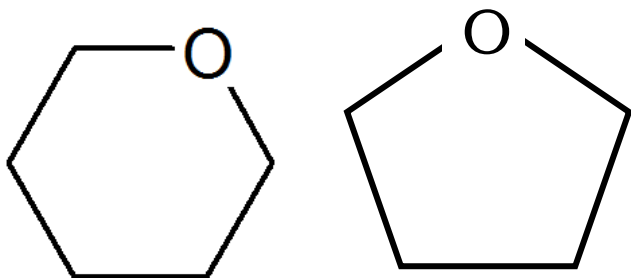
Enzymer

Ett enzym gör att en reaktion i kroppen går snabbare.



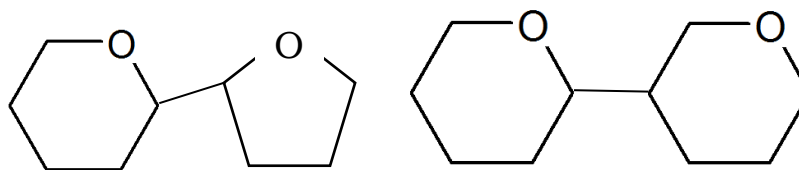
Kolhydrater – kol och väte och syre

Monosackarider



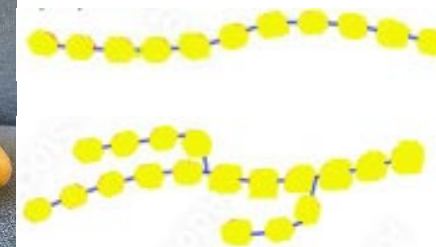
Glukos och fruktos

Disackarider

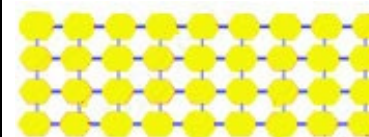


Sackaros och laktos

Polysackarider



Stärkelse

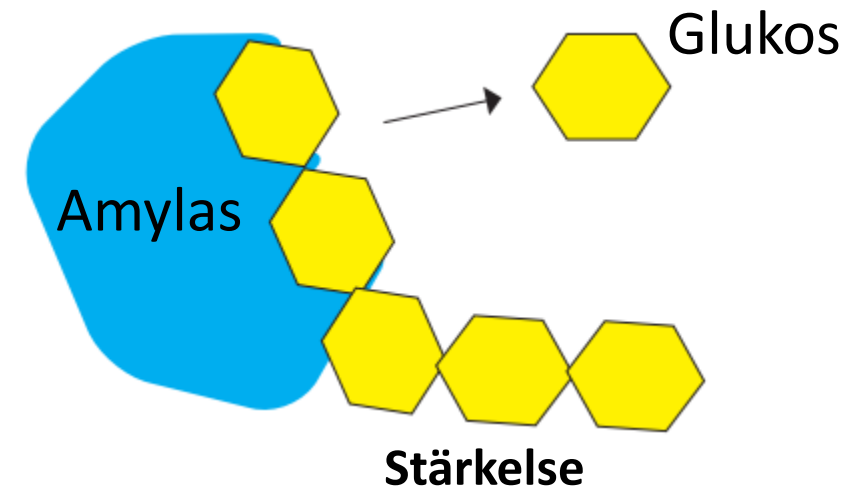
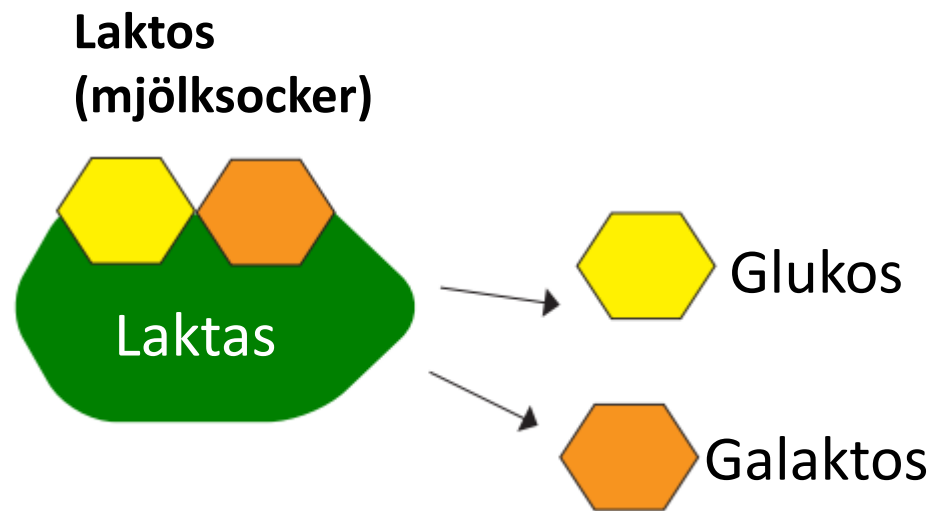


Cellulosa



Kolhydrater

Kolhydrater bryts ner av enzymer till monosackarider, till exempel till glukos

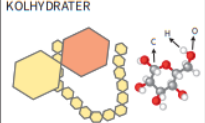
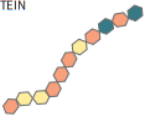
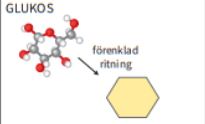
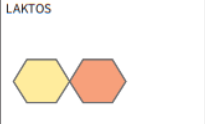
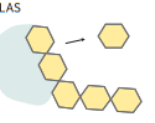


**Enzymer är "specialister"
(specifika)**



Förkunskaper

- Bildstöd
- Begreppskoll

KOLHYDRATER 	• Byggs av kol (C), väte (H) och syre (O). • Finns små och stora kolhydrater (alla många atomer i varje molekyl).	PROTEIN 	• Stora molekyler byggda av aminosyror som sitter ihop i en lång kedja. • Det finns 20 olika aminosyror. Det finns många olika slags proteiner. • Bygger upp muskler (muskelprotein). Fungerar som katalysatorer (enzymer).
GLUKOS 	• En liten kolhydratmolekyl (6 st kol). En monosackarid. • Ringformad (ritas som en sexhörning). • Kallas drussocker. Finns i frukt och bär. • Energirik. Ger celler bränsle.	ENZYM 	• Fungerar som en katalysator. Gör att reaktioner går snabbare. • Ett protein (byggd av aminosyror). • Kan klippa isär stora molekyler. • Enzymer är specifika. Specialister på en "sak" (en slags reaktion).
LAKTOS 	• En disackarid. • En glukosmolekyl och en galaktosmolekyl sitter ihop med varandra. • Finns i mjölk. Kallas mjölksocker.	LAKTAS 	• Enzym som klipper sönder laktos (mjölksocker). • Laktos kan binda till enzymet. • Det bildas fri glukos och fri galaktos.
STÄRKELSE 	• En stor kolhydratmolekyl. En polysackarid. • Många (flera tusen stycken) glukosmolekyler sitter ihop med varandra. • Finns i växter. Mycket i potatis (men även i till exempel vetemjöl och havregryn).	AMYLAS 	• Enzym som klipper sönder stärkelse. • Stärkelse kan binda till enzymet. • Klipper mellan glukosringarna. • Det bildas fria glukosmolekyler.

LEKTION 1

Rättvist kakbak?

Bildspel 1–2.

ca 15 minuter

Teori

Bildspel 3–8.

ca 20 minuter

Begreppskoll

ca 10 minuter

Begreppen

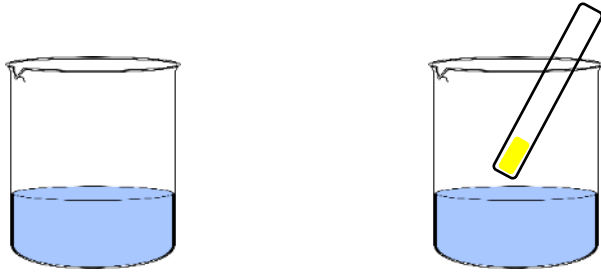
Bildspel 9–10.

ca 15 minuter



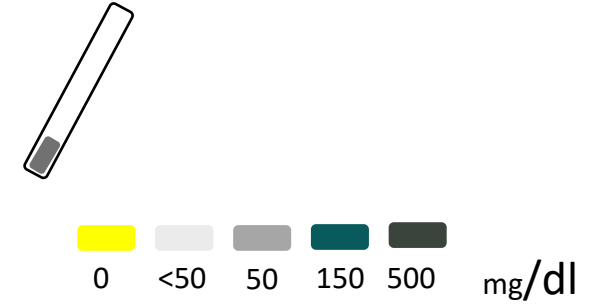
UPPSALA
UNIVERSITET

Lär känna metod (mäta fri glukos)



1 sekund i
lösningen

Vänta 30
sekunder. Läs av
färgen och jämför
mot en färgskala.



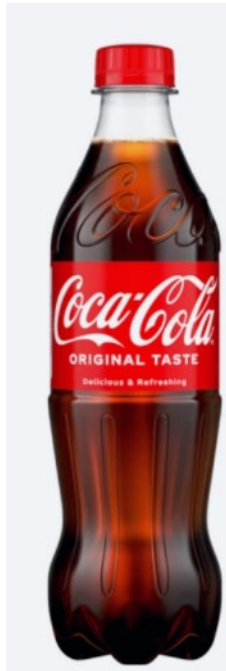
Blodglukosmätare

- Sätt in **grå ände** i stickporten
- Doppa ner provspetsens **vita ände** i lösningen
- Läs av värde på display

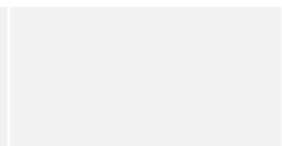
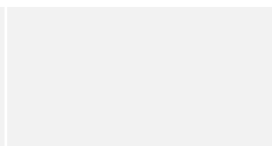
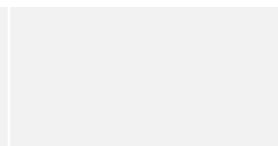
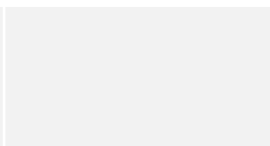
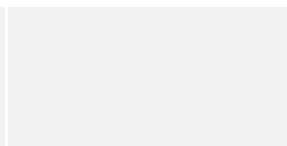
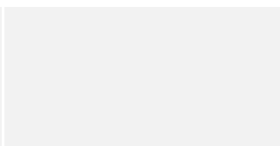
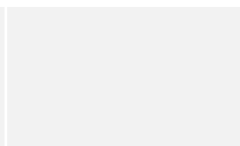
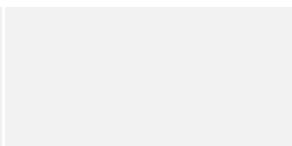
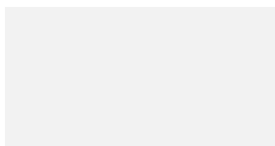
LO (lågt), HI (högt), E11: Byt provspets

Mät med teststicka

I vilka livsmedel finns fri glukos?



Metod	Coca cola	Cola Zero	Strö-socker	Frukt-socker	Dextro-sol	Potatis-mjöl	Mjölk	Havre-mjölk



Mät med teststicka

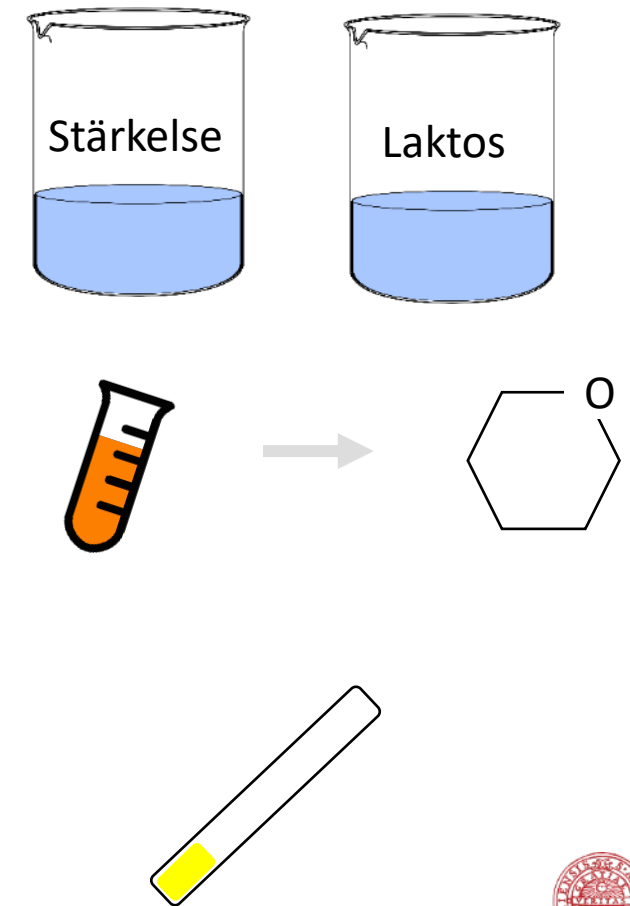
I vilka livsmedel finns fri glukos?



Metod	Coca cola	Cola Zero	Strö-socker	Frukt-socker	Dextro-sol	Potatis-mjöl	Mjölk	Havre-mjöl
Sticka (mmol/L)	8.3	norm	neg	neg	2.8	neg	neg	27.8

Genomgång av laborationen

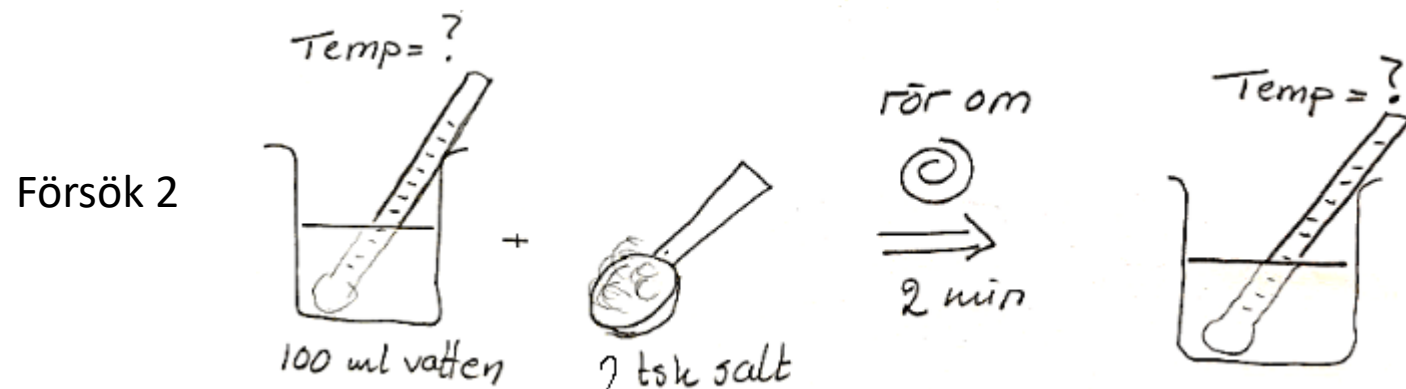
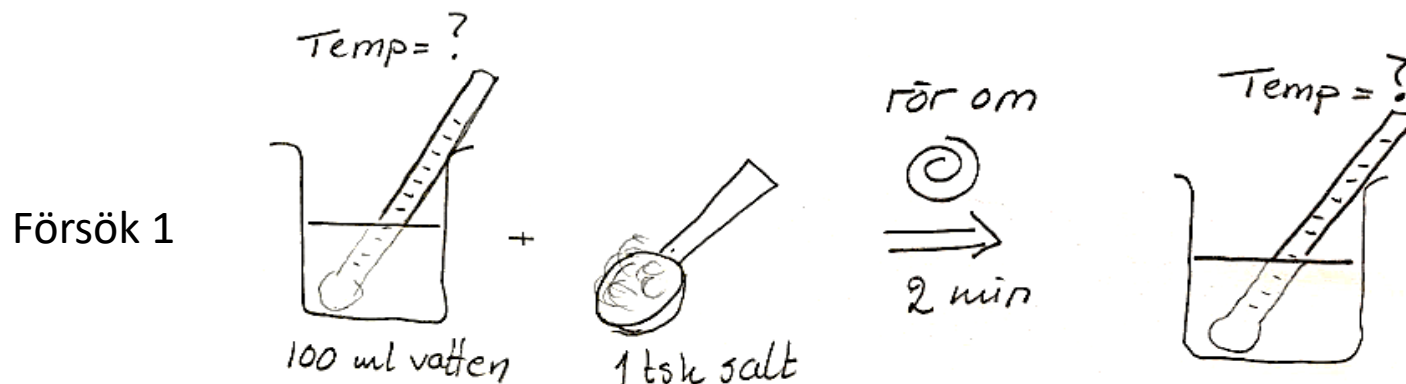
- Du kommer få två olika kolhydratlösningar, en **stärkelse** och en **laktos** (mjölksocker).
- Vi har ett **okänt enzym X** som kan påverka kolhydrater så att det **bildas fri glukos**.
- Mängden glukos mäts med en **teststicka**.
- Din uppgift är att **ta reda på** i vilken lösning som enzymet X fungerar bäst.



Hur ska undersökningen göras så att det blir en rättvis jämförelse? Variabelförsök
Vad behöver hållas konstant? **Rita** er metod.

Exempel på hur man kan skissa en metod

Vad tror du man ska göra i den här laborationen?



- Vilka variabler finns här?
- Vilken variabel ändras?
- Vad ska vi mäta?
- Vad är nollprovet?



Tabell

Exempel på tabeller med olika innehåll.

	50	150

Vad saknas i denna tabell?

Laktos	150	
Stärkelse	0	

Vad saknas i denna tabell?

ämne min	Laktos	Stärkelse
0	0	0
1	50	0
2	150	50

Mängden glukos efter 0, 1 och 2 minuter



Stöttning och återkoppling

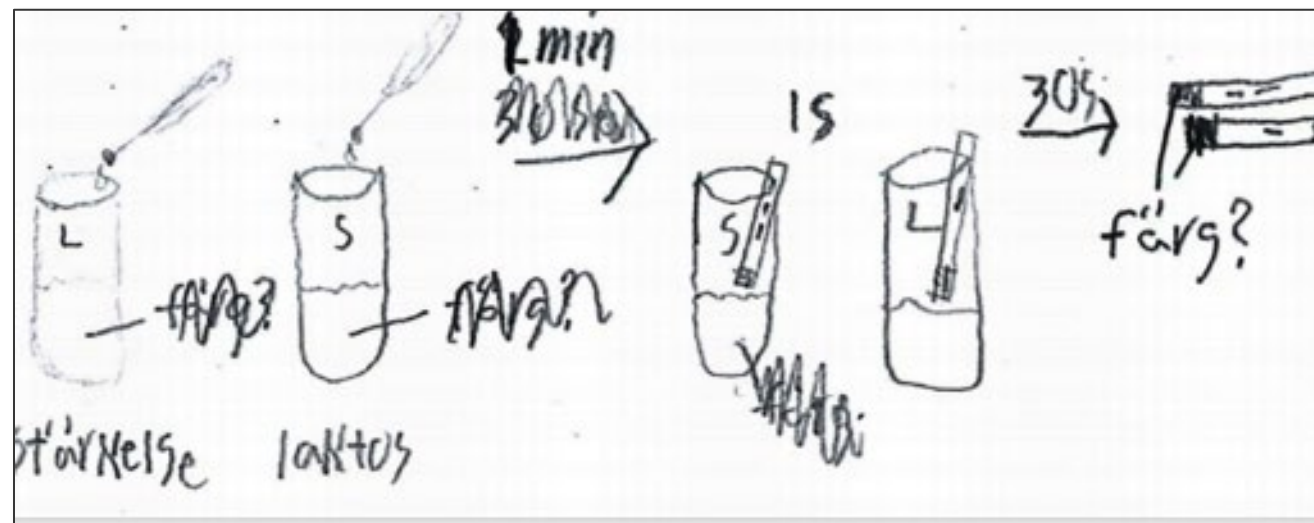
- under pågående arbete

Elev: Jag vet inte vad jag ska göra

Lärare: Vilka två olika lösningar ska du undersöka?
Vad är det okända som du ska testa i lösningarna?

- planerad återkoppling
- möjlighet att pröva igen

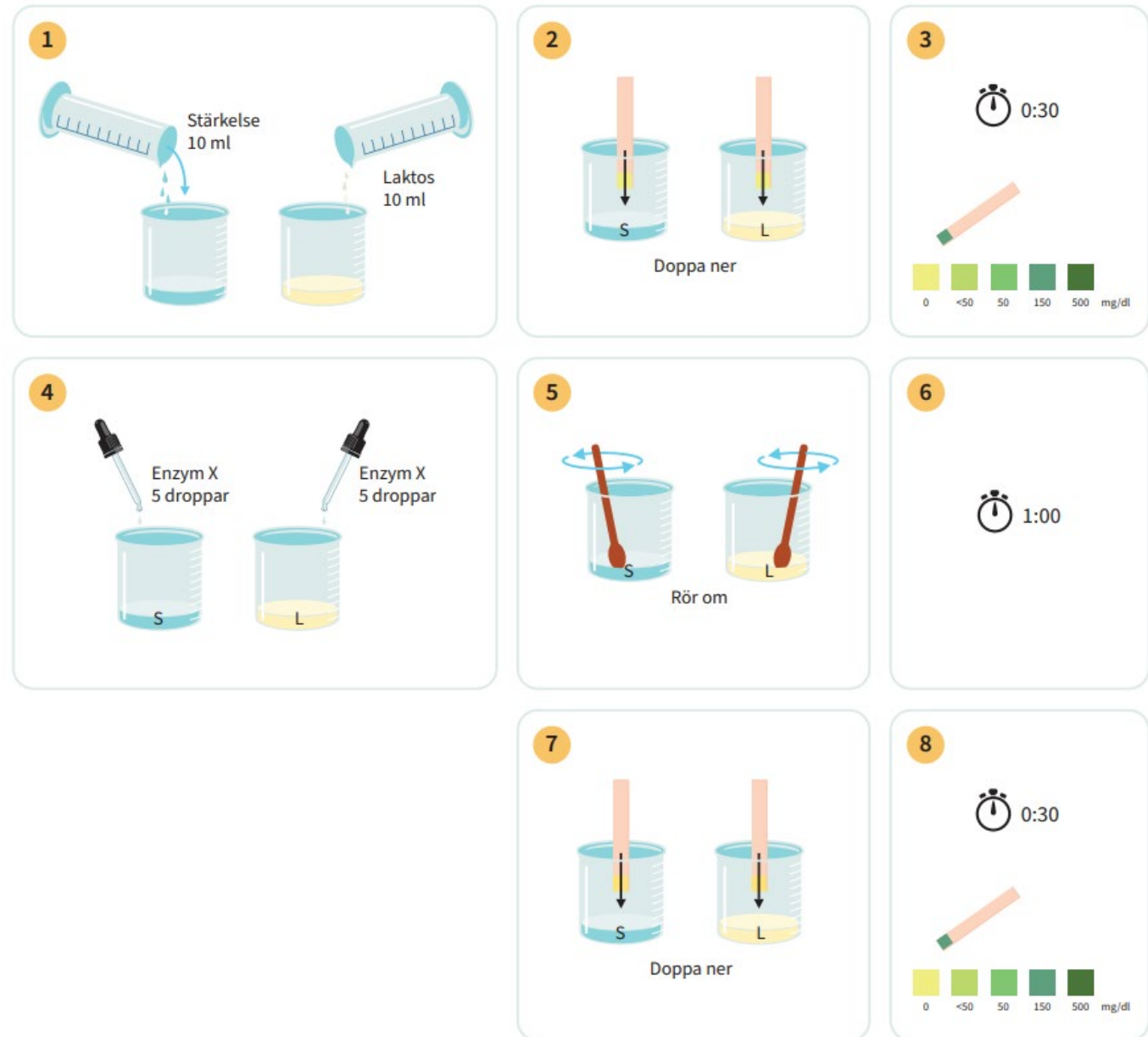
Aspekt	Grundläggande	Mer utvecklad
Planera en undersökning	Eleven ritar ett förlopp där laktoslösning och stärkelselösning finns med. Det syns att enzymet tillsätts och glukosstickan används.	Eleven har med väsentliga detaljer såsom volymer av de ingående ämnena, samt anger tid för när glukoshalten ska mätas.



*Bra att ni tänkt ut hur lång tid ni ska vänta i olika steg.
Hur tänker ni om mängderna ni behöver av de olika ämnena?*

Avslöja enzym X

”Snabb-lärar-variant”
Färdig metod (sista sidan
i lärarhandledningen)



Något om variabler

Att hålla konstant,
**Kontrollerade
variabler:**

- Volymen vätska av stärkelse/laktos
- Mängd enzym
- Tid efter tillsats
- Tid för stickan innan avläsning

Vad är det vi testar?
Vad ska vara **olika**
mellan våra försök?
”**Testvariabel**”

(faktor, oberoende variabel):

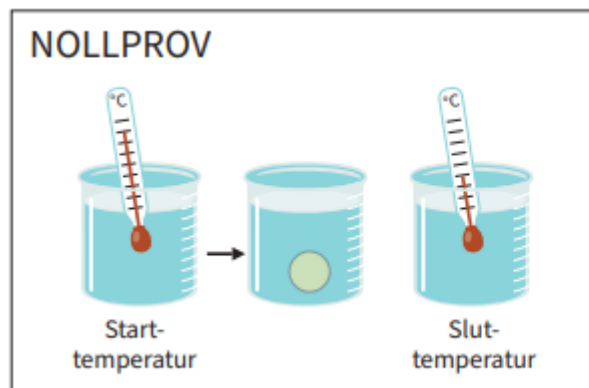
- Typ av kolhydratlösning (stärkelse/laktos)

Vad mäter vi för att se om det hänt något?

Responsvariabel

(effektvariabel, beroende variabel)

- Mängd fri glukos
- Ta nollprov! (tänk om det hänt något oavsett vårt enzym?)

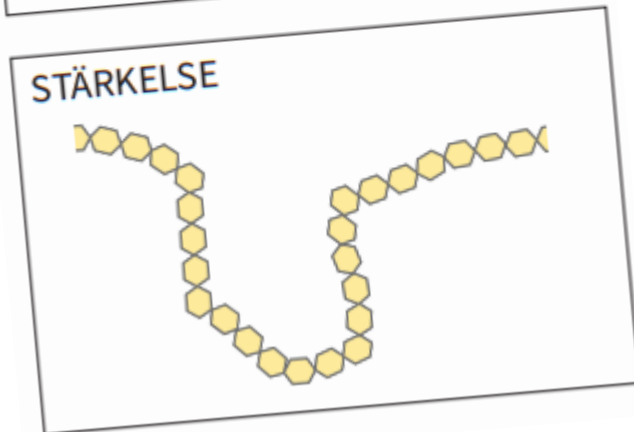
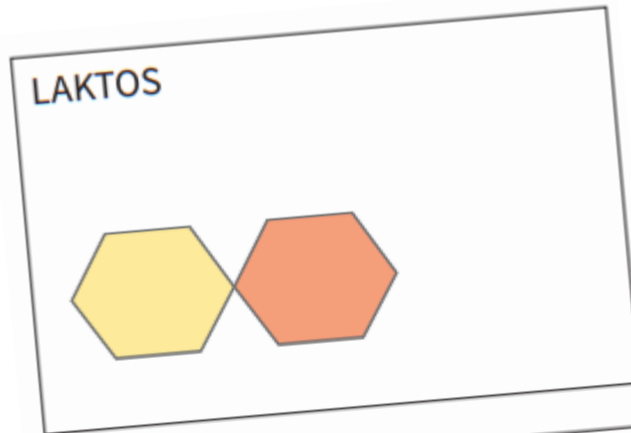


- Ett startvärde.
- För att kunna jämföra.
- Viktigt i en systematisk undersökning.



Förväntat resultat – mer fri glukos i laktoslösningen

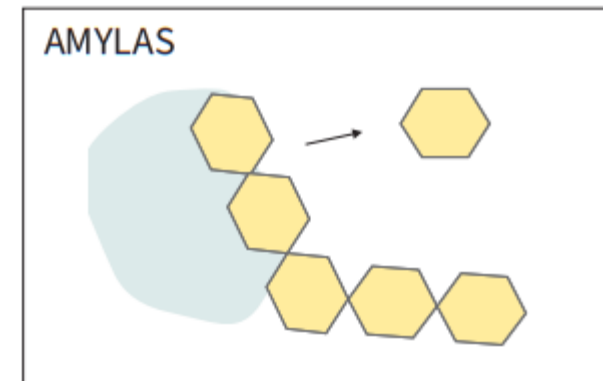
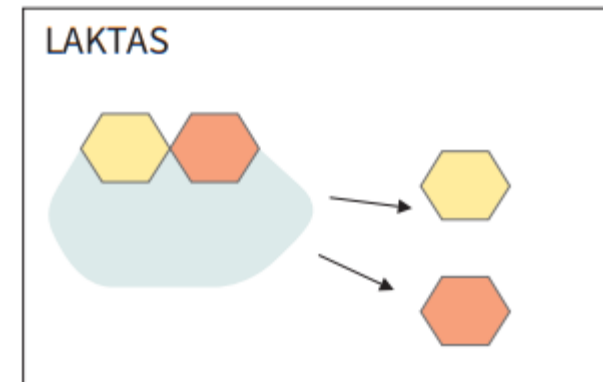
- Tolkning – ta hjälp av bildstöd vid samtal i klassrummet



Vad fanns i
lösningarna ni
började med?

Provade ni att
doppa ner en
sticka i dem?

Nollprov! Inte?
Vi kan väl testa
(visar!)



I vilken av
lösningarna
verkar enzym X
ha funkat bäst?

Hur vet ni det?
Vad har ni mätt?

Vilken av bilderna
passar bäst på
enzym X?

Guidande frågor för att dra slutsats

Laborationens resultat
är viktiga att utgå från!

I vilken kolhydratlösning har det bildats mest fri glukos?

Det blev mest glukos i laktosen, alltså i mjölken,
när vi tillsatte enzym X.

Använd kunskaper om enzymer för att förklara resultatet.

Enzymer kan snabba på kemiska reaktioner. Kolhydraterna i
mjölken (laktosen) klipptes upp till massor av glukos av enzym X.

Enzym X fungerade inte på kolhydraterna i stärkelsen.
Vad tror du enzym X är för enzym?

Enzymet X bryter ner laktos och det kallas för laktas.

Knyt ihop med teori

NU vet vi att enzym X är laktas!



Pixabay

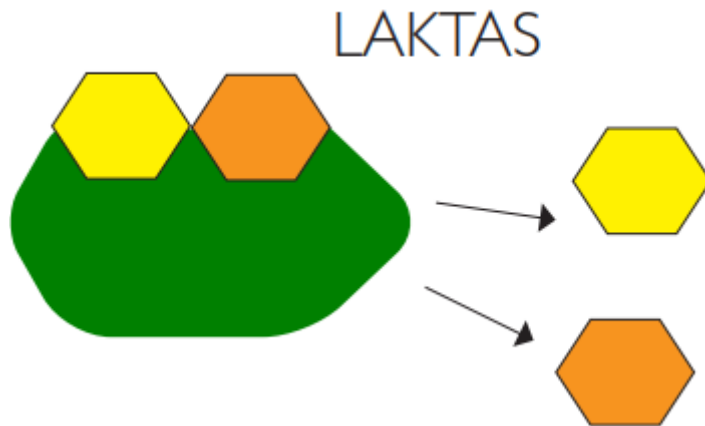
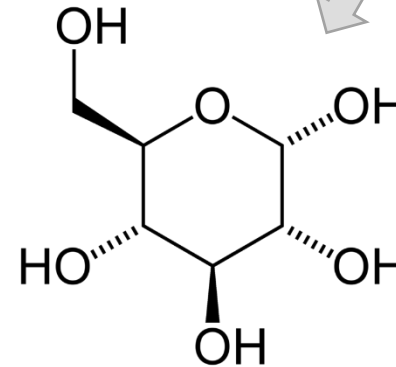
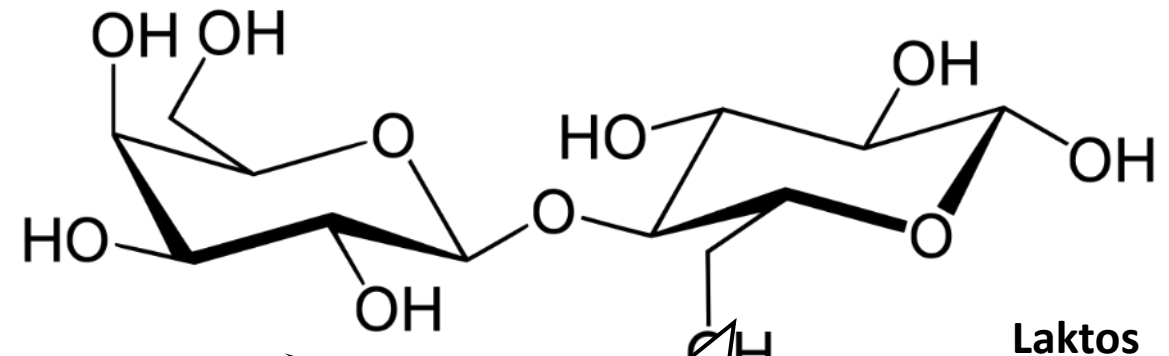
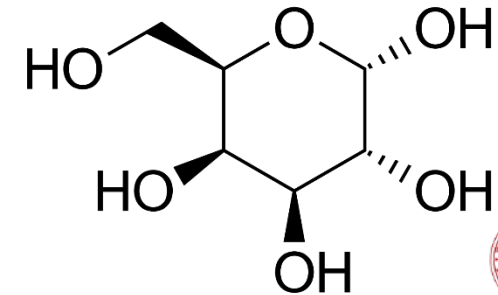


Bild mjölkglas: Bild av [Peter Stanic](#) från [Pixabay](#)
Bild strukturformler: Wikipedia



Glukos



Galaktos



UPPSALA
UNIVERSITET

Laktosintolerans – intressant kontext

Tillverkar kroppen **inte** laktas får man ont i magen, eftersom bakterier i tjocktarmen då tar hand om laktosen och det bildas gaser.



Bild katt: Bild av [Юрий Сидоренко](#) från [Pixabay](#)



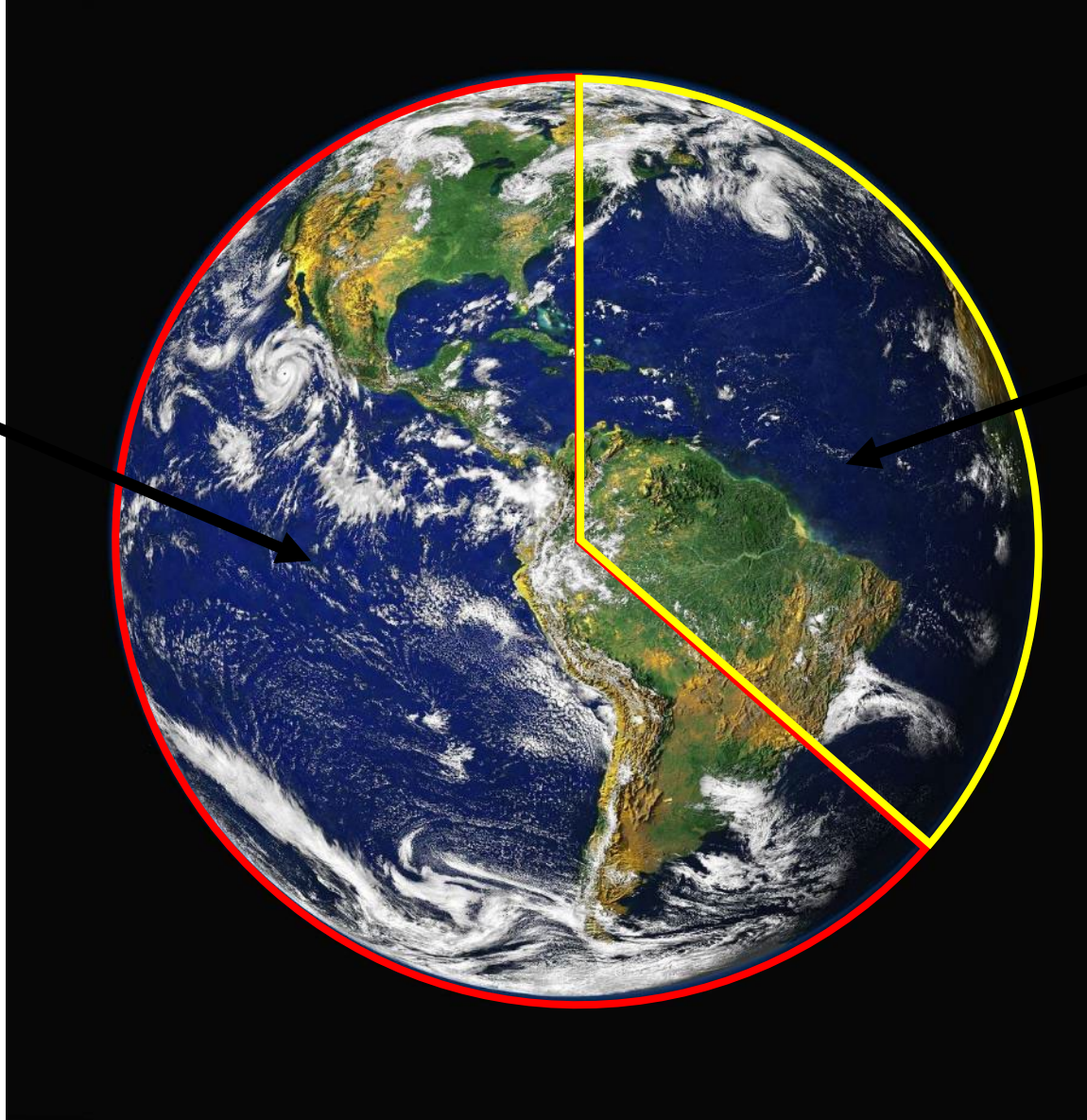
Bild magont: Bild av [u_i64sn07nku](#) från [Pixabay](#)

Även andra däggdjur får ont i magen om de dricker mjölk i **vuxen ålder**.

Ge därför inte katter eller igelkottar mjölk att dricka.



Laktosintoleranta
2/3 av världens
befolkning slutar
att producera
laktas vid ca 5 års
ålder.



Kan dricka mjölk
1/3 av världens
befolkning
fortsätter att
tillverka laktos i
vuxen ålder.

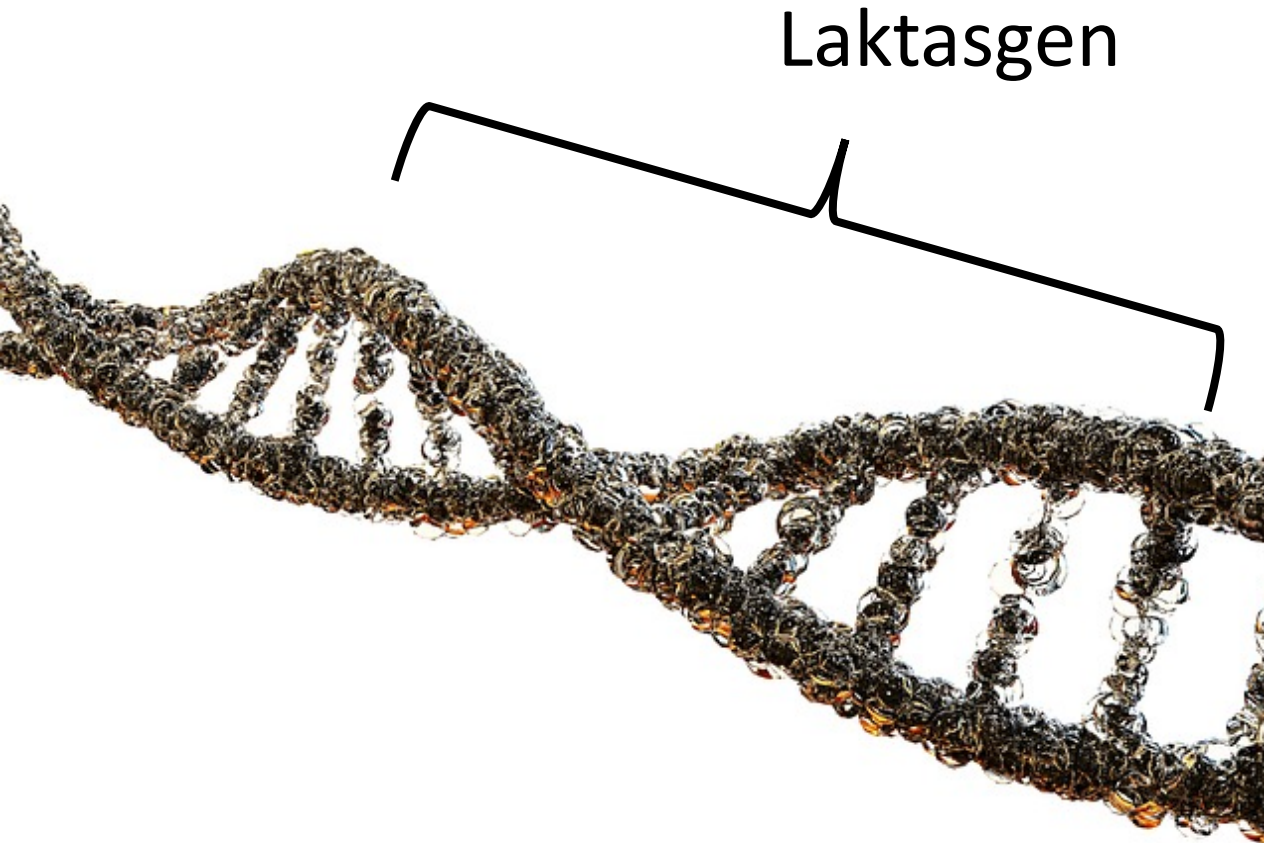
Varför?

Bild: Bild av [Wikilimages](#) från [Pixabay](#)



UPPSALA
UNIVERSITET

Laktasgenen

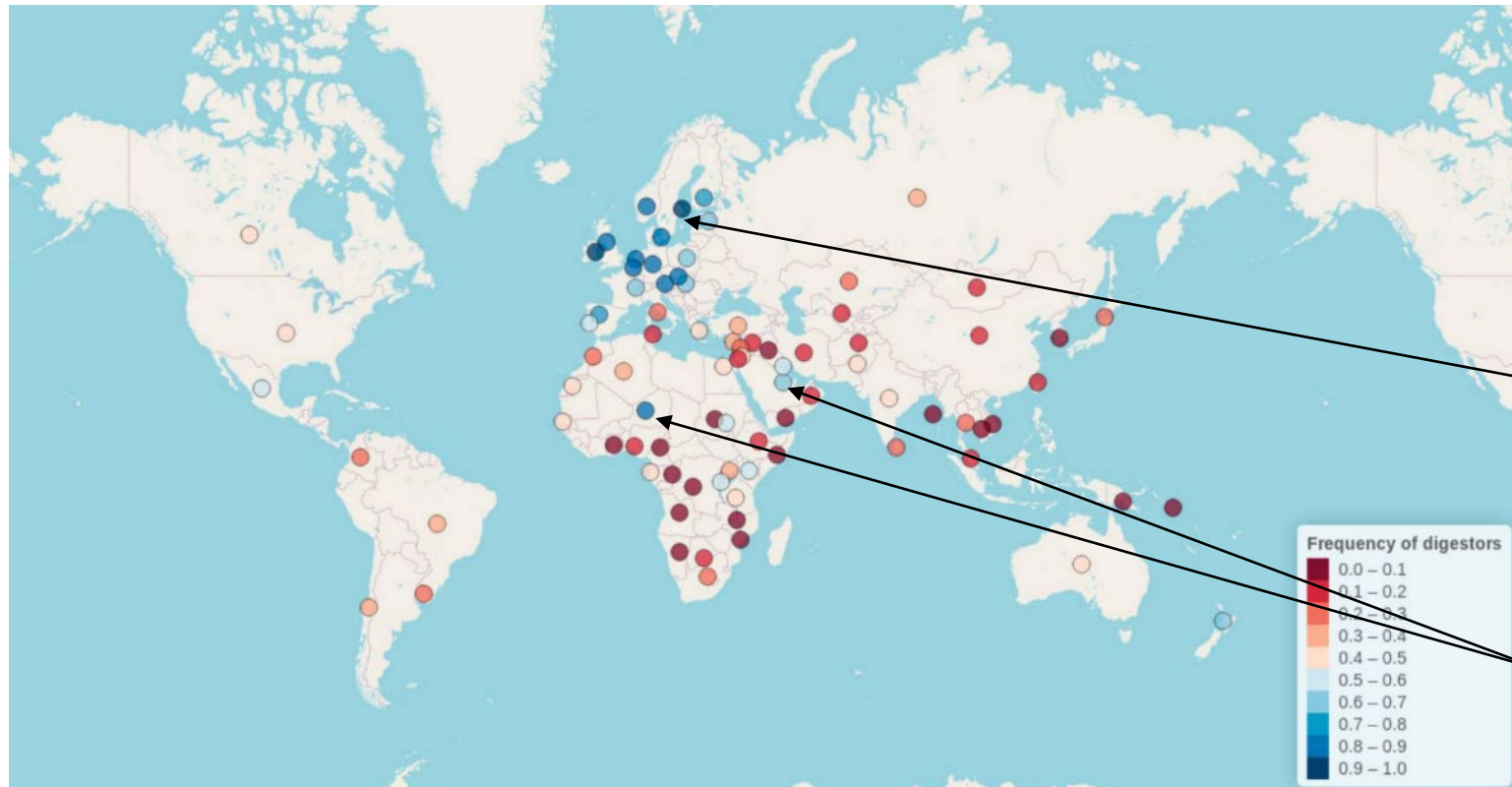


Instruktion för att bygga proteinet/enzymet laktas.

För de flesta regleras genen ner att ge instruktioner vid ca 5 års ålder.

Mutationer i **reglerande områden** ger fortsatt produktion av laktas även i vuxen ålder.

Laktostolerans i världen



Kartan visar ett medelvärde av frekvensen av laktostoleransnivån i olika delar av världen. Datan inkluderar all tillgänglig litteratur om laktostoleransfrekvensen (2020). *Genetics of Lactose Intolerance: An Updated Review and Online Interactive World Maps of Phenotype and Genotype Frequencies*, Nutrients 2020 Sep.

Blå tål laktos i vuxen ålder
Röd tål **inte** laktos i vuxen ålder.

Varför är laktasmutationen vanlig i norra Europa?

Vad kan förklara att laktasmutationen är vanlig i Saudi Arabien och delar av Afrika?



Laktostolerans

Varför finns laktostolerans-
mutationen kvar?
(*diskussionsuppgift*)



Bild av Bambo från Pixabay

Om en mutation finns kvar i generationer och ökar i frekvens i en population kan det bero på en fördel av mutationen – **positiv selektion**.

Gott

Näringsrik

Kalciumrik

Vätska i torrt klimat

Slump

Fin hy

Lättare att laga
mat med mjölk

Ökad tillväxt

Laktasgen



ATGGAGCTGTCTTGG
|||||||
TACCTCGACAGAACC

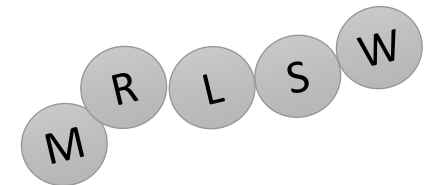
transkription

mRNA

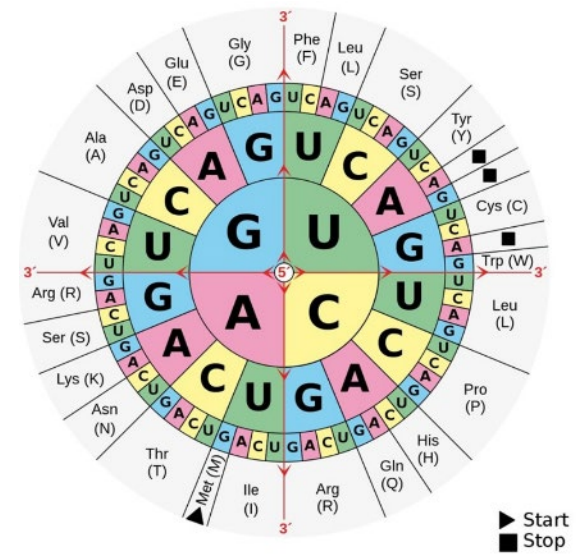
AUGGAGCUGUCUUGG

translation

protein



1927 st aminosyror



Bra mjölk till igelkotten (planera)

Hur mycket laktas (enzym)
behövs för att tillverka laktosfri
mjölk till igelkotten?

Beskriv metoden steg för steg.

Förbered en tabell.

OK – man kan köpa färdig
laktosfri mjölk.... ;-)



Bild av [Bambo](#) från [Pixabay](#)



Formativ återkoppling

Planera en undersökning

Möjlighet att skissa eller beskriva en metod igen!

Men – behöver kanske inte genomföra? (eller så gör man det)

Aspekt	Grundläggande	Mer utvecklad
Planera en undersökning	Eleven ritar ett förlopp där ● Mängden mjölk eller enzym är konstant ● Laktas eller mjölk tillsätts i olika mängder ● Glukoshalten mäts ● En enkel tabell finns	Eleven ritar ett förlopp där ● Minst tre olika koncentrationer av laktas testas ● Nollprov av glukoshalten i mjölken tas innan försöket påbörjas ● Eleven förstår att ju mer glukos det finns i mjölken, desto mer laktas har hydrolyserats.

För kamratbedömning:

- Har metoden ett nollprov?
- Är det tydligt hur olika mängder mäts upp?
- Är det tydligt vilka variabler som ska hållas lika?
- Är det tydligt vad som varieras?
- Är det tydligt hur resultatet mäts?

Uppgift på samma tema EOES 2024



- Samma uppgift, avslöja enzym X först
- Jämför två olika mätmetoder för fri glukos
- Tillverkar enzymlösning själva
- **Diagram** över bildad glukos över tid



Kemin bakom färgomslag på teststickorna?



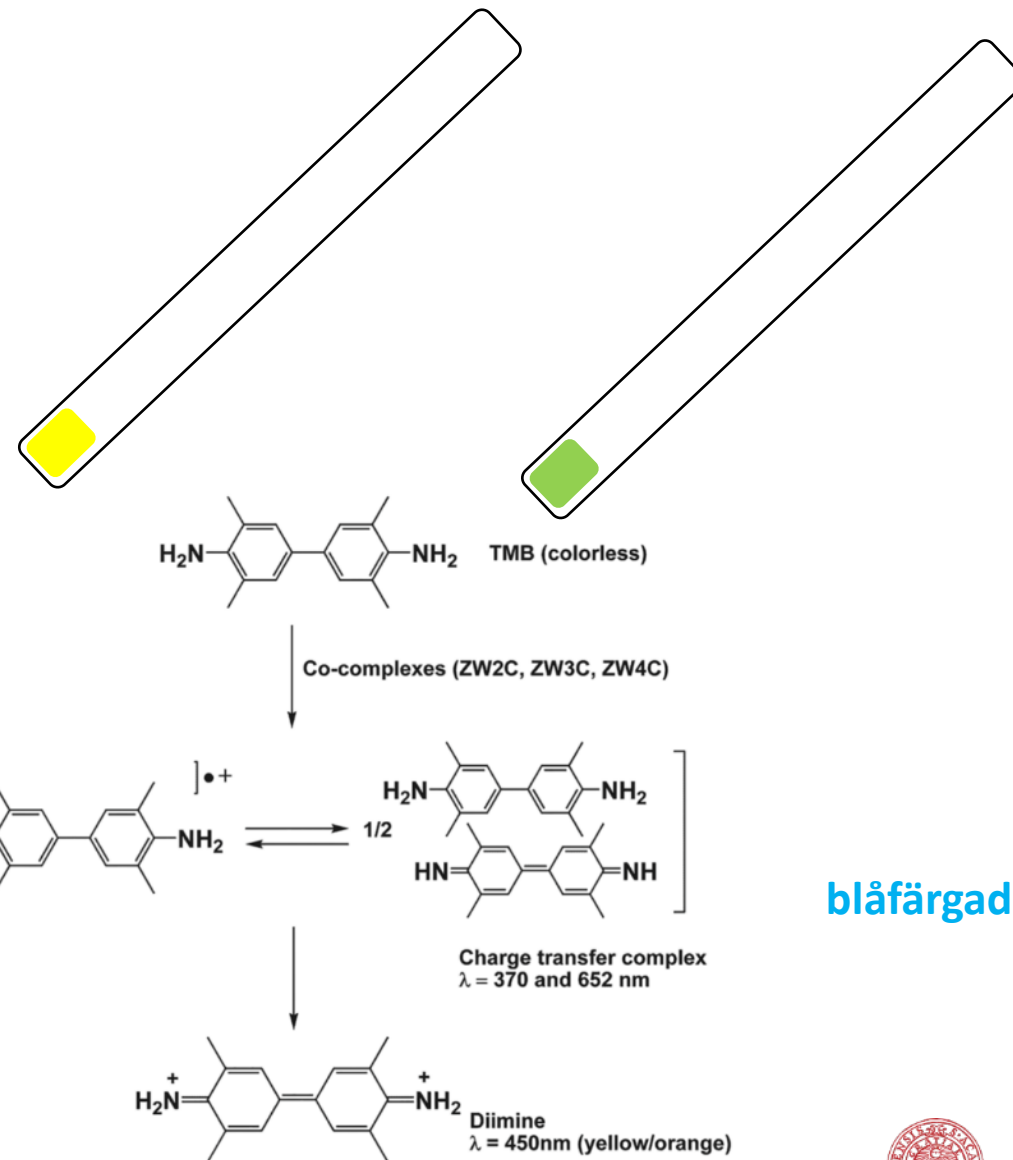
I stickans testområde finns

1: enzymet glukosoxidas



2: färgämnesmolekyl

Bildad (om glukos finns) väteperoxid (H_2O_2)
oxiderar färgämnesmolekyl till blåfärgad
(se exempel, TMB)



blåfärgade

Fontana LA, Siqueira JD, Ceolin J, et al. Peroxidase activity of new mixed-valence cobalt complexes with ligands derived from pyridoxal. *Appl Organometal Chem.* 2019; 33:e4903. <https://doi.org/10.1002/aoc.4903>



UPPSALA
UNIVERSITET

Tack för idag!

Hör gärna av dig med frågor, kommentarer,
idéer till oss på Bioresurs

info@bioresurs.uu.se

ammie.berglund@bioresurs.uu.se

Nationellt resurscentrum
för biologiundervisning
www.bioresurs.uu.se



UPPSALA
UNIVERSITET