 

# Koagulering av mjölk till ost med hjälp av enzymer

Pauliina Lankinen, Antti Savin och Sari Timonen   
Avdelningen för mikrobiologi och bioteknik, Institutionen för livsmedels- och miljövetenskaper

## Arbetets syfte

Arbetets syfte är att bekanta sig med enzymer som tillverkas med hjälp av mikrober. Dessa enzymer används inom mejeri-industrin vid tillverkningen av mjölkprodukter.

## Bakgrund

I dagens läge framställs de enzymer som används inom olika industribranscher nästan helt med hjälp av mikrober. Dessa enzymer framställs genom att odla mikrober i en näringssubstans varifrån enzymerna kan samlas in och renas.

Livsmedelsindustrin är en av de industribranscher inom vilken enzymer utnyttjas mest. Enzymerna används inom mejeri-industrin framförallt vid tillverkning av ost, yoghurt och laktosfattiga produkter. Vid tillverkning av ost måste mjölken först koaguleras för att man skall kunna separera den fasta ostmassan från vätskan som blir kvar d.v.s. från vasslen.

Mjölken koaguleras vanligtvis med hjälp av ostlöpe. **Ostlöpe innehåller enzymer som försnabbar spjälkningen av mjölkens kaseinproteiner.** Ca 80 % av mjölkens proteiner är kaseinproteiner och resten är vassleproteiner.

Vid osttillverkning blir nästan 90 % av den använda mjölkmängden vassle. Av 10 liter mjölk fås alltså 1 kilo ostmassa och 9 kilo vassle. Vassle är en biprodukt inom mejeri-industrin och utan fortsatt behandling är vassle avfall. Vid industriell tillverkning utnyttjas vassle bl.a. som utgångsämne samt som allmän råvara inom livsmedelsindustrin och vid tillverkning av djurfoder. Ur vasslen isolerade vassleproteiner används framför allt i kosttillskott som är populära bland idrottare.

Traditionellt isolerades löpe ur magsäcken på slaktade kalvar. Ökad efterfrågan på ost och försämrad tillgång till kalvar har alltsedan 1960-talet lett till utvecklandet av alternativa ostlöpen. Vid tillverkningen av nya produktionssätt har mer ekonomiska och ekologiska metoder haft en central roll.

Vid sidan om animaliska löpen finns numera löpen producerade med mikrober. Vid tillverkning av mikrobiologiska löpen används i huvudsak svampar som naturligt producerar enzymer som går att använda som ostlöpen. Som mikrobiologiskt löpe används framförallt enzymer producerade av *Rhizomucor miehei* –svampen.

Utvecklingen av genetikens metoder har möjliggjort framställningen av enzymer i industriell skala. Med hjälp av Rekombinant-DNA-tekniken har man kunnat överföra kons kymosin-gen till mikrober. Produktionen av kymosin i mikrober är både billigare och effektivare än den traditionella metoden. I dagens läge produceras kymosin främst med hjälp av svamp- och bakterieodlingar.

Även mjölkens socker laktos kan spjälkas med enzymer och då fås laktosfattiga eller laktosfria produkter. Laktos är en disackarid som består av glukos- och galaktosmonomerer. I kroppen spjälks laktoset till mindre föreningar av laktasenzymet som utsöndras av tunntarmen.

Bland däggdjur är det vanligt att utsöndringen av laktas avtar eller upphör helt efter spädbarnsåldern. Under människans evolution har det bland en del av befolkningen bildats en mutation i laktasgenen som möjliggör att utsöndring av laktas är möjlig även under hela vuxen åldern. Mutationen är vanlig speciellt bland Europas befolkning.

Magbesvär som beror på problem i upptagningen av laktos kallas med ett gemensamt namn för laktos-intolerans. Inom livsmedelsindustrin tillverkas laktosfattiga och laktosfria produkter med hjälp av enzymer. En produkt kallas för laktosfattig då den innehåller under 1 g laktos/ 100 g av produkten. I apoteket kan också köpas olika laktasenzympreparat som skall tas innan man äter en måltid som innehåller laktos.

## Arbetets princip

## I arbetet tillämpas metoder som används vid tillverkningen av ost och laktosfattiga produkter. Mjölken koaguleras till ostmassa och vassle med hjälp av ett mikrobiologiskt ostlöpe. Från den separerade vasslen spjälks laktos med ett laktasenzympreparat. Laktosens spjälkning till glukos fastställs med hjälp av en glukosmätsticka.

## Arbetssäkerhet

I arbetet bör man följa goda laboratoriearbetssätt. Under arbetet rekommenderas användning av skyddsrock och skyddshandskar.

Bild 1. Mikrobiologiskt ostlöpe.

## Uppskattad tid för utförandet av arbetet

Ca 45 – 60 minuter.

## Material

* Mjölk
* Ostlöpe (säljs i apoteket)
* Laktasenzympreparat (i apoteket säljs t.ex. Nolact eller Lactrase®)
* Glukosmätsticka (t.ex. Uristix som säljs i apoteket)
* 100 ml måttglas eller motsvarande
* 100 ml erlenmeyer-flaska
* Uppvärmbart vattenbad
* Termometer

Bild 2. Koagulering av mjölk.

* 50 ml Falcon-rör
* Gasväv
* Tratt
* Sked
* Engångs pasteur-pipett eller motsvarande
* Skyddsrock och skyddshandskar

## Arbetets utförande

1. Mät 50 ml mjölk med ett **måttglas** i en erlenmeyer-flaska.Värm mjölken till 30–40 °C i ett vattenbad. Följ med mjölkens uppvärmning för att undvika överhettning.
2. Tillsätt 600 µl (0,6 ml) ostlöpe i mjölken med **pipett** och rör om under några minuter (bild 2). Anteckna temperaturen när du tillsätter ostlöpet!

TEMPERATUR = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Låt mjölken stå i 10–20 minuter och följ med proteinernas koagulering. Vid detta skede börjar mjölken separeras till ostmassa och vassle (bild 3). Vänta tills utfällningen har bildats och rör sedan ostmassan grynig med en sked för att separera vasslen från ostmassan. Börja samtidigt montera filtreringsapparaten (punkt 4).

Bild 3. Ostmassan bildas.

1. Klipp en lämpligt stor bit av gasväv och vik den dubbel i tratten.
2. Filtrera blandningen i ett Falcon-rör för att separera ostmassan från vasslen (bild 4).
3. Beskriv osten som bildats. Anteckna dina resultat. Jämför dina resultat med de andra gruppernas resultat.

Bild 4. Separering av ostmassa och vassle

BESSKRIVNING AV OSTEN = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Fördela vasslen i två kärl. Öppna en laktasenzymkapsel, tillsätt innehållet i ett av kärlen och rör om. Laktaset börjar spjälka laktoset i vasslen.
2. Droppa med pipett på en glukossticka några droppar av vasslen som du behandlat med laktasenzymet. Följ med färgförändringen. Ta några droppar av vasslen som inte behandlats med enzymet och droppa på en annan glukosmätsticka. Jämför stickorna. Resultatet läses enligt instruktionerna på den använda glukosmätstickans förpackning.

MÄTSTICKANS FÄRG I VASSLEN SOM BEHANDLATS MED ENZYM = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

MÄTSTICKANS FÄRG I VASSLEN SOM INTE BEHANDLATS MED ENZYM = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Obserevationer och tillägsmetoder**

* Varför får mjölken inte upphettas till mer än 40 °C? Pröva med högre temperaturer och jämför resultaten.
* Pröva koagulera kylskåpskall mjölk. Vad kan du konstatera?