

# Lærervejledning



## Indledning

### Velkommen til The Lemon Lab

Tate & Lyle har produceret pektin i mere end 75 år, og startede med at udvinde pektin fra æbler der voksede på en æbleplantage her i Lille Skensved. Nu plukkes der hvert år 2 milliarder citrusfrugter, som først bearbejdes på juicefabrikkerne og efterfølgende sendes til Tate & Lyle, hvor pektinen bliver udvundet.

I det her undervisningsforløb kommer du til at arbejde med tre forskellige virkelige problemstillinger, som Tate & Lyle ofte står overfor.

- 1)** Kunden ønsker at bruge en anden type frugt i deres marmelade. Hvordan sikrer vi kunden den samme kvalitet?
- 2)** Kunden ønsker at halvere mængden af sukker for at gøre deres marmelade sundere. Hvordan påvirker det marmeladen, og hvordan kan man optimere marmeladen med halv sukkermængde?
- 3)** Kunden ønsker at mindske forbruget af pektin i deres marmelade. Hvordan viser og forklarer vi, hvordan pektinen virker

Når du har været igennem forløbet, vil du være i stand til at kunne opstille og gennemføre en undersøgelse samt evaluere og præsentere data ud fra en virkelig problemstilling.

**Før du arbejder i laboratoriet, skal du tage kittel og sikkerhedsbriller på.**

## Fagligt indhold

### The Lemon Tale - produktion og anvendelse af pektin

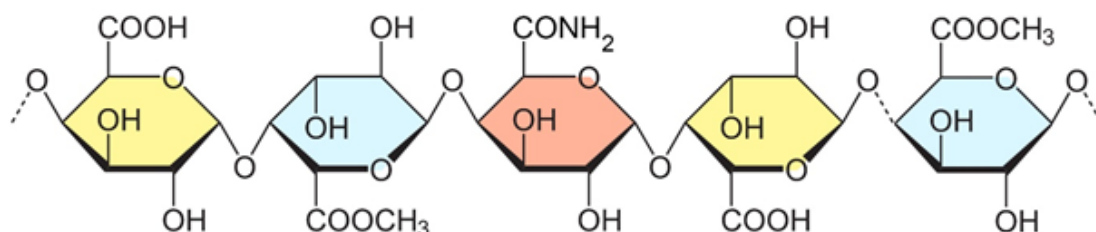
Tate & Lyle har produceret pektin i mere end 75 år og startede med at udvinde pektin fra æbler, der voksede på en æbleplantage her i Lille Skensved. Nu plukkes der hvert år 2 milliarder citrusfrugter, som først bearbejdes på juicefabrikkerne, hvorefter vi udvinder pektinen – det har vi nu gjort siden 1947.

Tate & Lyle er verdens største producent af pektin. Pektin forekommer i planter og findes i de fleste grøntsager og frugter. Pektin fungerer som lim, der holder cellevæggene sammen i plantematerialet. I umoden frugt er pektinen tilstede som protopektin, en uopløselig form af pektin, hvilket giver meget faste og hårde frugter. Under modningen bliver protopektinen omdannet til pektin og nedbrudt, hvilket gør frugten blød.

Det kommercielle produkt er et hvidt eller lysebrunt pulver, der kan opløses i vand. Det benyttes for dets egenskaber som geleringsmiddel, fortykningsmiddel og stabilisator. Typiske fødevareapplikationer er syltetøj, mælkedrikke, geler og frugtsaft.

Kemisk er pektin en heterogen polymer. Det består primært af lineært kædede 1→4 galacturonsyre-grupper. En del af syregrupperne er tilstede som methylester eller amidgrupper (amideret pektin). Fraktionen af galacturonsyrer, der er methylerede, kaldes Degree of Esterification (DE) og har en stor indvirkning på pektinens reaktivitet. Pektin med DE 50% og derover betegnes typisk som høj methylester (HM) og omvendt lav methylester (LM). Ved amidering omdannes estergrupperne delvist til amidgrupper, hvilket betegnes som lav methylester amideret (LMA). Sukkerroepektin (SBP) indeholder en andel acetylerede carboxylgrupper. De forskellige kemiske grupper er illustreret i figuren nedenfor. I pulverform vil syregrupperne være helt eller delvist neutraliseret med kationer som f.eks. natrium, kalcium eller kalium.

Molekylerne indeholder desuden regioner af neutrale sukkerkæder, f.eks. arabinose, galactose og rhamnose.



*Lineært pektinmolekyle. Galacturonsyren er vist som syre (gul), methylester (rød) og amid (blå) .*

Hovedparten af kommerciel pektin produceres fra citrusskaller (lime, citron, appelsin, grape) og mindre dele fra sukkerroe og æble.

Kommercielt pektin er typisk produceret ved ekstraktion af plantemateriale i vand under varme og sure betingelser. Den uopløselige planterest fjernes fra suspensionen ved forskellige separationstrin for at få en homogen opløsning. Typisk bruges et filtreringshjælpemiddel, som enten giver struktur til filterkagen eller fungerer som filtermedie – på Tate & Lyle bruger vi pulp til grovfiltreringen og perlit til finfiltreringen.

Pektinen opkoncentreres ved f.eks. inddampning eller ultrafiltrering for at koncentrere saften og reducere den krævede spritmængde. Pektinen er uopløselig i sprit, hvormed f.eks. isopropanol, ethanol eller methanol kan bruges til at udfælde pektinen. Det fjerner størstedelen af væsken og eventuelle urenheder hvorved et produkt, der minder om vådt papir opnås. Visse produkter af pektin er amiderede, hvilket betyder, at de har undergået en reaktion med ammoniak for at øge amidindholdet. Herefter slutter den våde proces og pektinen tørres og formales for at give et pulver. Typisk standardiseres pektin med sukker, da pektinstyrken vil variere baseret på sæson, frugtsort, behandling, vejr og meget andet. På den måde opnår forbrugeren den samme gode kvalitet hver gang.

Pektin kan anvendes i et hav af applikationer både indenfor fødevarer og ikke-fødevarer. Pektin agerer typisk som et geleringsmiddel, men kan også fungere som viskositetsgiver og stabilisator.

Den nok mest kendte anvendelse er i marmelade, hvor pektin tilsættes som et geleringsmiddel. Til marmelade sælges både HM- og LM-pektin. Afhængig af hvilken pektintype der bruges, kan der opnås forskellig tekstur i marmeladen. De forskellige pektintyper gelerer ved hjælp af forskellige mekanismer afhængig af, hvor mange syregrupper de har (altså graden af DE).

- LM-pektin bruges primært til marmelade i Danmark, og den gelerer ved hjælp af kalcium fra frugten.
- HM-pektin kræver højt sukkerindhold samt lav pH for at kunne gelere. HM-pektin er mere populært i blandt andet Østen, hvor marmelade har et højere indhold af sukker og er mere fast i tekturen.

Foruden den almindelige marmelade, vi kender fra køleskabet, kan pektin bruges i bagemarmelade til at fremstille for eksempel spandauere. Her er det væsentligt, at marmeladen er bagefast (dvs. ikke flyder af kagen under bagningen), hvilket nogle pektiner kan afhjælpe ved at give en termostabil gelé.

Vingummi er en fødevare, hvor pektin også har en stor effekt med sine geleringsevner. Uden pektin ville vingummi blot være en klistret sukkermasse. En af de mest kendte pektin-vingummier i Danmark er juleklassikeren "jule-/frugtflæsk". Heri giver HM-pektin en blød gelé ved hjælp af et højt sukkerindhold og en lav pH.

LM-pektin finder også anvendelse i slikprodukter, hvor den typisk bliver brugt til at øge viskositeten af for eksempel fyldningsmassen i fyldte chokolader. Desuden kan pektin bruges som geleringsmiddel i desserter som for eksempel panna cotta.

Pektin agerer ikke kun som geleringsmiddel, men kan også være gavnlig i drikkevarer, hvor pektin blandt andet bidrager med mundfylde. Et eksempel er sukkerreducerede drikke, hvor pektin kan bibeholde den viskositet, som man typisk mister, når man reducerer sukkerindholdet.

(Drikke)yoghurter er også et marked, hvor pektin hjælper til at give den rette mundfylde. Især LM-pektin bruges i yoghurt, hvor pektinen benytter calcium fra mælken til at danne en let gelering, der øger viskositeten af yoghurten. Derved kan man opnå en tykkere yoghurt.

I især Asien og Afrika, men også flere lande i Sydamerika og Sydeuropa, er langtidsholdbare yoghurt-drikke meget populære, da det blandt andet udelukker behov for køling under transport og opbevaring, og desuden gør det nemt at have en yoghurt med i skoletasken og på farten. Yoghurterne er varmebehandlede efter fermenteringsprocessen, hvilket gør, at yoghurterne dels ikke behøver opbevares på køl og dels kan holde sig i flere måneder. Her har HM-pektin en unik funktion, da pektinen beskytter proteiner fra at aggregere under varmebehandlingen (aggregere = proteinerne ophobes/samles). Yoghurtens proteiner er ikke varmestabile og vil ved en varmebehandling aggregere, hvilket vil resultere i en skilt yoghurt (prøv at varme en yoghurt til over 80°C og se, hvad der sker). Ved at tilsætte HM-pektin før varmebehandlingen kan dette undgås, og man kan opnå en drikbar og langtidsholdbar yoghurt.

Også udenfor fødevarerområdet bruges pektin i stor stil bl.a. som geleringsmiddel i kapsler til den farmaceutiske industri. Derudover bruges pektin i et stort antal hudplejeprodukter, såsom shampoo og lotion, da pektin er mild og gavnlig for huden og samtidig giver en god, smørbar konsistens.

En speciel anvendelse for pektin er i stomiposer. Sammen med andre hydrokolloider agerer pektinen her som klæbemiddel og fugtbinder mellem posen og huden

og sikrer, at posen fastholdes tæt til huden. Pektinen skaber desuden et hudvenligt miljø, så irritation af huden ved langvarig brug undgås.

Som en konkurrencedygtig virksomhed er det vigtigt, at vi kan tilbyde pektin i god kvalitet, hver gang. Men hvad er god kvalitet?

For én kunde kan god kvalitet være, at pektinen får deres marmelade til at gelere ved 65°C for at kunne virke i deres produktion. For en anden kan god kvalitet betyde, at pektinen altid har samme farve, selvom der er variationer i råvarerne. Casen udfordrer dit syn på kvalitet og lader dig udforske forskelle i kvalitet.

Gennem dit besøg på Tate & Lyle, samt arbejdet med denne case, lærer du at opstille og gennemføre en undersøgelse, samt evaluere og præsentere data ud fra en virkelig problemstilling på en pektinfabrik som Tate & Lyle.

## Fællesmål for biologi

### Undersøgelser i naturfag

- Eleven kan formulere og undersøge en afgrænset problemstilling med naturfagligt indhold.
- Eleven kan indsamle og vurdere data fra egne og andres undersøgelser i naturfag.
- Eleven kan konkludere og generalisere på baggrund af eget og andres praktiske og undersøgende arbejde.
- Eleven har viden om undersøgelsesmetoders anvendelsesmuligheder og begrænsninger.
- Eleven har viden om indsamling og validering af data.
- Eleven har viden om kriterier for evaluering af undersøgelser i naturfag.

### Kommunikation

Ordkendskab:

- Eleven kan mundtligt og skriftligt udtrykke sig præcist og nuanceret ved brug af fagord og begreber.
- Eleven har viden om ord og begreber i naturfag.

Faglig læsning og skrivning:

- Eleven kan målrettet læse og skrive tekster i naturfag.
- Eleven har viden om naturfaglige teksters formål og struktur og deres objektivitetskrav

### Perspektivering i naturfag

- Eleven kan beskrive naturfaglige problemstillinger i den nære omverden.
- Eleven har viden om aktuelle problemstillinger med naturfagligt indhold.
- Eleven kan forklare sammenhænge mellem naturfag og samfundsmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder.
- Eleven har viden om interessemodsætninger knyttet til bæredygtig udvikling.

## Fællesmål for geografi

### Undersøgelser i naturfag

- Eleven kan formulere og undersøge en afgrænset problemstilling med naturfagligt indhold.
- Eleven har viden om undersøgelsesmetoders anvendelsesmuligheder og begrænsninger.
- Eleven kan indsamle og vurdere data fra egne og andres undersøgelser i naturfag.
- Eleven har viden om indsamling og validering af data.
- Eleven kan konkludere og generalisere på baggrund af eget og andres praktiske og undersøgende arbejde.
- Eleven har viden om kriterier for evaluering af undersøgelser i naturfag.

## Kommunikation

Ordkundskab:

- Eleven kan mundtligt og skriftligt udtrykke sig præcist og nuanceret ved brug af fagord og begreber.
- Eleven har viden om ord og begreber i naturfag.

Faglig læring og skrivning:

- Eleven kan målrettet læse og skrive tekster i naturfag.
- Eleven har viden om naturfaglige teksters formål og struktur og deres objektivitetskrav.

## Globalisering

- Eleven kan undersøge en forbrugsvares vej fra ressource til butik.
- Eleven har viden om produktionskæder.
- Eleven kan undersøge landes ressourceudnyttelse og handelsmønstre.
- Eleven har viden om transportmønstre og fordeling af ressourcer.

## Perspektivering i naturfag

- Eleven kan beskrive naturfaglige problemstillinger i den nære omverden.
- Eleven har viden om aktuelle problemstillinger med naturfagligt indhold.
- Eleven kan forklare sammenhænge mellem naturfag og samfundsmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder.
- Eleven har viden om interesse modsætninger knyttet bæredygtig udvikling.

## Fællesmål for fysik/kemi

### Undersøgelser i naturfag

- Eleven kan formulere og undersøge en afgrænset problemstilling med naturfagligt indhold.
- Eleven har viden om undersøgelsesmetoders anvendelsesmuligheder og begrænsninger.
- Eleven kan indsamle og vurdere data fra egne og andres undersøgelser i naturfag,
- Eleven har viden om indsamling og validering af data.
- Eleven kan konkludere og generalisere på baggrund af eget og andres praktiske og undersøgende arbejde.
- Eleven har viden om kriterier for evaluering af undersøgelser i naturfag.

### Undersøgelser i produktion og teknologi

- Eleven kan undersøge fødevareproduktion.
- Eleven har viden om næringsstoffer og tilsætningsstoffer i fødevarer.
- Eleven kan undersøge udnyttelse af råstoffer og dele af produktionsmetoder.
- Eleven har viden om råstoffer og produktionsprocesser.

## Kommunikation

Ordkundskab:

- Eleven kan mundtligt og skriftligt udtrykke sig præcist og nuanceret ved brug af fagord og begreber.
- Eleven har viden om ord og begreber i naturfag.

Faglig læsning og skrivning:

- Eleven kan målrettet læse og skrive tekster i naturfag.
- Eleven har viden om naturfaglige teksters formål og struktur og deres objektivitetskrav.

## Perspektivering i naturfag

- Eleven kan beskrive naturfaglige problemstillinger i den nære omverden.
- Eleven har viden om aktuelle problemstillinger med naturfagligt indhold.
- Eleven kan forklare sammenhænge mellem naturfag og samfundsmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder.
- Eleven har viden om interessemodsætninger knyttet til bæredygtig udvikling.

### **Modellering i produktion og teknologi**

- Eleven kan designe modeller for teknologiske processer, herunder med it-baserede programmer.
- Elever har viden om teknologiske processer i landbrug og industri.

## Forløbets opbygning

|                    | Virksomheden og uddannelsesmuligheder                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Fødevarereproduktion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Pektinens virkemåde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Før besøget</b> | <p>Gå på opdagelse på <a href="http://cpkbec.dk">cpkbec.dk</a> og <a href="http://tateandlyle.com">tateandlyle.com</a></p> <p>Når I besøger Tate &amp; Lyle skal eleverne vide:</p> <p>Hvor mange der arbejder på Tate &amp; Lyle i Lille Skensved</p> <p>Hvor mange af Tate &amp; Lyle's fabrikker producerer hhv. pektin og carrageenan?</p> <p>Forskellen på LM og HM-pektin</p> <p>Hvem der ejer Tate &amp; Lyle</p> <p>Hvilke industrier/applikationer pektin bliver brugt i</p> <p>Hvor mange forskellige jobfunktioner der er på Tate &amp; Lyle</p> <p>Hvilke fag i skolen du synes er mest spændende, og hvorfor</p> <p>Hvilken type virksomhed Tate &amp; Lyle er (ejerform) [gymnasieopgave]</p> | <p>Lav vores Kahoot!.</p> <p>Lærer: (1) gå ind på kahoot.dk, (2) søg på Tate &amp; Lyle BioTech Education Center (3) vælg kahoot! og start</p> <p>Elev: (1) gå ind på kahoot.it (2) skriv game PIN eller scan QR-kode på lærerens skærm (3) spil</p> <p>Gå på opdagelse på <a href="http://cpkbec.dk">cpkbec.dk</a> og undersøg vores produktion</p> <p>Hvis I kan finde tid til det: prøv at lave samme Kahoot! igen og se hvor mange flere point eleverne får efter undersøgelsen på hjemmesiden</p> <p>Find én virksomhed, der bruger et af de samme procestrin i deres produktion (perspektivering)</p> | <p>Når du besøger Tate &amp; Lyle skal du vide:</p> <p>Hvilke råvarer der kan bruges til at producere pektin, og hvilke benytter Tate &amp; Lyle</p> <p>Hvor råvarerne kommer fra?</p> <p>Hvilken indflydelse årstiderne har på råvarerne, og hvordan kan man sikre levering af råvarer året rundt</p> <p>Undersøg begreberne Synerese, Shine, Konsistens, Klumper, Farve, Hårdhed og Højde, når man taler om fødevarer.</p> |

**Under  
besøget**

Spørg en eller flere Tate & Lyle-medarbejdere om, hvilke fag de synes var mest spændende i skolen, hvilken uddannelse de har taget, samt hvad de laver i deres arbejde

I skal lægge mærke til hints på rundturen, der fortæller om de forskellige jobmuligheder

Eleverne ved nu hvordan pektin produceres. Rundturen bliver derfor endnu mere spændende – lyt og stil gerne spørgsmål.

Eleverne skal stille prøvebøtterne op i den korrekte rækkefølge, og forklare hvorfor, du har valgt netop denne rækkefølge. Beskriv processerne, og hvorfor bøtternes indhold ser ud som det gør.

Arbejd med The Lemon Tale i laboratoriet, og bliv klogere på hvordan man tester fødevareingrediensens virkemåde – LM-pektin her på Tate & Lyle. Arbejd med disse tre problemstillinger – følg opskrifterne i laboratoriet:

1. Kunden ønsker at bruge en anden type frugt i deres marmelade. Hvordan kan vi sikre kunden den samme kvalitet?

2. Kunden ønsker at halvere mængden af sukker for at gøre deres marmelade sundere. Hvordan påvirker det marmeladen, og hvordan kan man optimere marmeladen med halv suktermængde?

3. Kunden ønsker at mindske forbruget af pektin i deres marmelade. Bevis og beskriv hvordan pektinen virker.

Lav opskrift 1, og som minimum én af de andre. Del eventuelt opskrifterne ud, så grupperne følger forskellige opskrifter.

Opstil hypoteser der besvarer spørgsmålene i de tre problemstillinger. Indsaml data fra forsøget, og besvar spørgsmålene i undersøgningsmaterialet. Vurdér forsøgets resultater på forskellige parametre som synerese, shine, konsistens, stabilitet, klumper, farve, hårdhed, højde m.fl.

### Efter besøget

Tag en runde i klassen, hvor hver elev fortæller, hvilken jobfunktion de synes lød mest spændende, samt hvorfor de synes det.

Brug jeres viden om fabrikken, processen, pektin og applikationer i fremlæggelsen af undersøgelsen udført på Tate & Lyle i opgaven Pektins virkemåde.

Tegn et flowdiagram over processen. Brug eventuelt videoerne I så, inden I besøgte fabrikken.

Eksempel: Hvordan kan sprit/alkohol genanvendes i en produktion, og hvordan fungerer det? Tegn et diagram over processen, og forklar hvor der tilføres og fjernes energi (destillation-sproces).

Giv to eksempler på cirkulær økonomi / genanvendelse af energi, væsker eller materialer, internt eller i symbiose med en ekstern partner.

Dagen efter besøget hældes marmeladerne ud på en tallerken. Vurdér marmeladerne visuelt og fysisk.

Hvilke forskelle er der på marmeladerne?

Holder din hypotese? Hvis ikke, hvorfor gjorde den ikke det?

## Didaktik og anvendelsesmuligheder

Der er primært fokus på, at eleverne får arbejdet med undersøgelseskompetencen i et miljø, som repræsenterer virkeligheden og de problematikker, man kan møde i en erhvervsvirksomhed.

Eleverne præsenteres for en lukket opgave, hvor de afprøver et undersøgelsesdesign, der til en vis grad afbilleder virksomheden daglige rutiner.

I forhold til åben skole, møder eleverne ansatte i virksomheden, som i dialog med eleverne giver dem input til forskellige mulige jobfunktioner.

## Organisering

|             |                                                                                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30 minutter | Ankomst på Tate & Lyle Biotech Education Center                                                                        |
| 45 minutter | Rundvisning på Tate & Lyle                                                                                             |
| 30 minutter | Elever og lærere gennemgår problemstillingerne der skal undersøges. Indledende information inden laboratorieøvelserne. |
| 45 minutter | Laboratoriearbejde og dataopsamling                                                                                    |
| 30 minutter | Frokostpause                                                                                                           |
| 45 minutter | Laboratoriearbejde og dataopsamling                                                                                    |
| 15 minutter | Afrunding af besøget                                                                                                   |

**Eksempel:** ved start kl. 9:30, afsluttes besøget kl. 13:30-14:00.

## Lærerens forberedelse

Vi anbefaler, at du læser forløbet igennem, hvor du særligt er opmærksom på, hvad der skal laves før, under og efter. Hvis man ikke har arbejdet med opgaverne før forløbet på fabrikken, kommer undersøgelserne til at give et væsentlig mindre output for eleverne.

Brug tid på at kigge hjemmesiderne [cpkelco.dk](http://cpkelco.dk) og [cpkelcobec.dk](http://cpkelcobec.dk) igennem, inden forløbet afvikles.

Det er afgørende, at elever og lærere husker at overholde de sikkerhedsregler, som Tate & Lyle har. Det vil sige, at man giver eleverne instrukser hjemmefra og viser, hvilken påklædning der er påkrævet før rundvisningen.