

Sammanlagen bioprosessteknik, svaret på bränslekrisen?

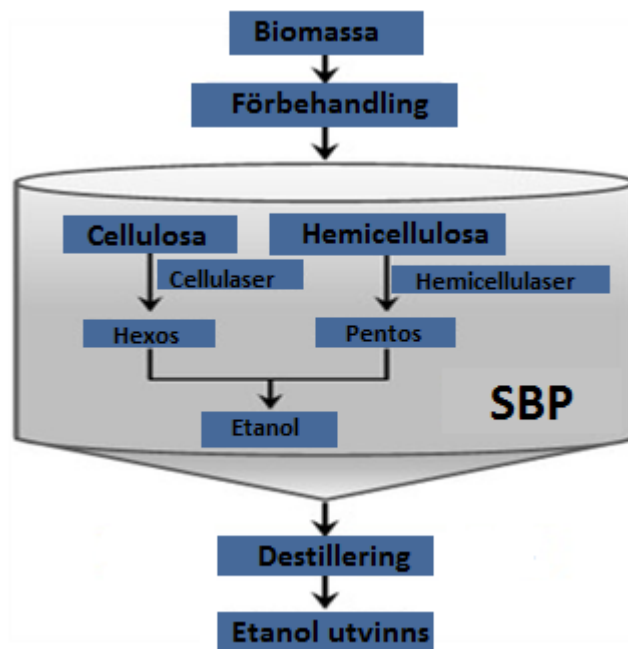
Anton Wahlgren

Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2015
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

En transport och bilindustri som till 100 % drivs av förnybara bränslen skulle vara ett stort kliv mot en grön framtid. Med hjälp av en ny framställningsteknik hoppas forskare kunna producera miljövänligare alternativ till fossila bränslen, nämligen etanol utvunnen ur cellulosa. En sammanslagen bioprosessteknik vid etanolframställning skulle potentiellt sänka produktionskostnaderna såpass mycket att etanol kan konkurrera ut de fossila bränslena. Växthuseffekten är ett faktum och för att jordens klimat ska vara fortsatt levnadsbart krävs minskade koldioxidutsläpp från fossila bränslen.

Sammanlagen bioprosessteknik

I dagsläget är etanol som utvinns ur cellulosa inte kommersiellt lönsamt. Det finns, trots de dyra framställningsprocesserna, hopp om att optimera framställningsprocessen till den grad att etanol ska kunna konkurrera ut de smutsiga fossila bränslena. En av de tekniker som undersöks är en sammanslagen bioprosessteknik. I en sammanslagen bioprosessteknik utförs allt arbete av en organism i en och samma processtank (Figur 1). Forskare jobbar hårt för att designa modellorganismerna, såsom bakterien *Clostridium thermocellum* och jästsvampen *Saccharomyces cerevisiae*, för att de effektivt ska klara av att bryta ned cellulosa till etanol. Framsteg har gjorts på båda modellorganismerna.



Figur 1. En sammanslagen bioprocess där enzymproduktion, enzymatisk nedbrytning och etanolfermentering sker i ett och samma utrymme.

Framställa biobränslen ur cellulosa

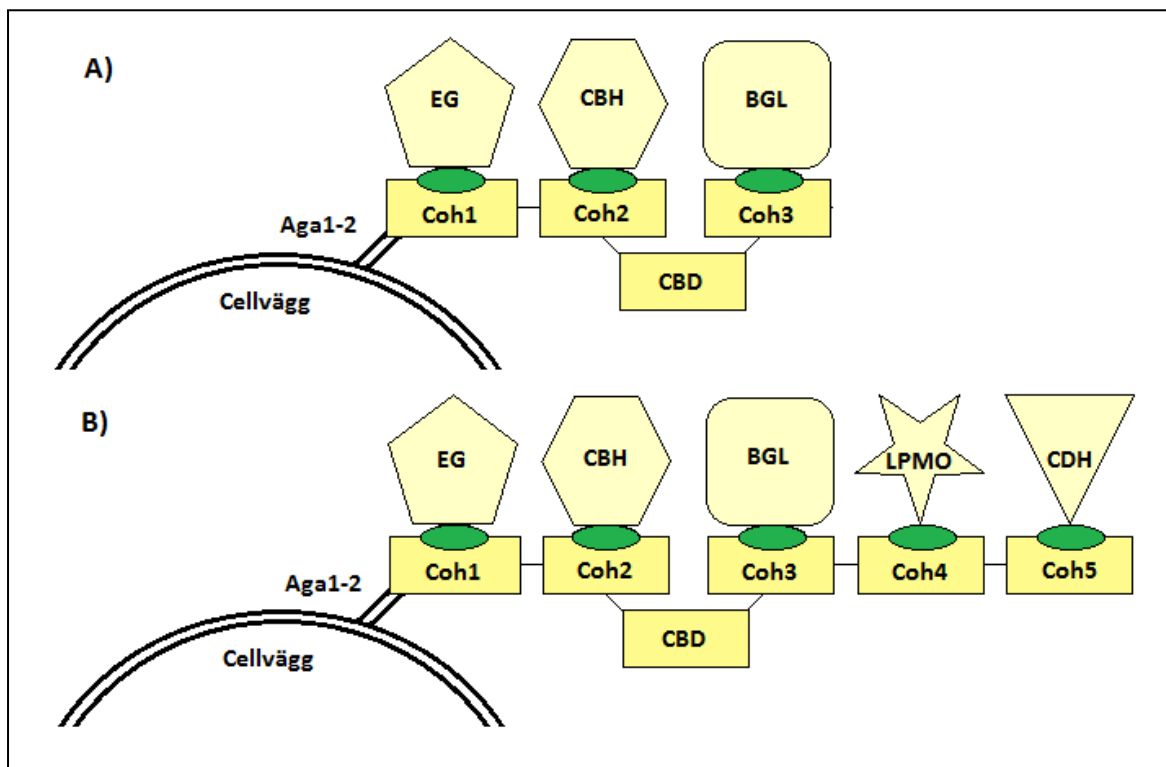
Det finns stora fördelar med att framställa etanol ur cellulosabaserade substrat, jämfört med traditionella substrat som sockerrör och majs. Ur sockerrören och majsen utvinns stärkelse och glukos som sedan används till etanolframställningen. Den största fördelen med att använda cellulosa är att man kan använda ett större urval av grödor eftersom alla växter innehåller cellulosa. Det stora urvalet leder till att man inte behöver använda grödor som också används som föda och bränsleframställningen behöver därmed inte konkurrera med matindustrin.

Cellulosa består av stabilt packade sockermolekyler vilket ställer höga krav på modellorganismerna när de ska bryta ned materialet till etanol. Många olika enzym behövs för att spjälka ned stora cellulosa-molekyler till mindre beståndsdelar som glukos. När glukosen har frigjorts måste den sedan fermenteras effektivt för att etanol, i största möjliga mängd, ska

kunna utvinnas som slutprodukt. Nedan följer exempel på två olika organismer som forskare fokuserat mycket på i jakten på den optimala organismen för en sammanslagen bioprosessteknik.

Bakterie som modellorganism

C. thermocellum är en bakterie som naturligt besitter förmågan att bryta ned cellulosa till olika mindre beståndsdelar. För att bryta ned cellulosan använder den sig av ett verktyg på cellmembranet som kallas för cellulosomen. Cellulosomen består av en mängd olika enzym som tillsammans bryter ned cellulosan. En av produkterna som bildas till följd av nedbrytningen är små mängder etanol men det bildas även andra biprodukter som inte är särskilt önskvärda när fokus ligger på etanolproduktion. Forskare försöker därför med hjälp av genteknik leda om reaktionsvägen för cellulosan. Målet är att minimera de reaktionsvägar hos *C. thermocellum* som, efter den initiala nedbrytningen, leder till de oönskade biprodukterna. Samtidigt försöker man förbättra reaktionsvägarna som leder till att etanol produceras. Forskare har, genom att slå ut det genetiska uttrycket för en rad enzymer och ökat uttrycket för andra, lyckats minska mängden biprodukter hos *C. thermocellum* och samtidigt ökat etanolavkastningen. Den effektiva cellulosanedbrytningen ingjuter hopp om att *C. thermocellum* mycket möjligt kan vara den optimala organismen för en framtida sammanslagen bioprosessteknik.



Figur 2. En schematisk bild beskrivande den konstgjorda minicellulosomen hos *S. cerevisiae*. Ett ryggradsprotein (beige) med en cellulosa-bindande enhet fäster vid cellväggen (CBD). På ryggradsproteinets fäster cellulosanedbrytande enzymer.

Jästsvamp som modellorganism

S. cerevisiae är en jästsvamp som vi människor använt i stor utsträckning under de senaste århundradena, främst vid framställning av alkoholhaltiga drycker. Den är en väldigt effektiv omvandlare av enkla sockerarter till etanol men tyvärr besitter den inte förmågan att bryta ned cellulosa. Forskare undersöker möjligheten att, med hjälp av genteknik, förändra dess

sammansättning så att den även kan arbeta med cellulosa som substrat. Inspirerade av *C. thermocellum*s cellulosom har forskare försökt få *S. cerevisiae* att självant producera en så kallad minicellulosom (Figur 2). Försöken att skapa en minicellulosom begränsas delvis av att det är svårt att återskapa ett så avancerat och komplext verktyg som cellulosomen faktiskt är. Med genteknik har man lyckats få *S. cerevisiae* att självant skapa och använda en minicellulosom för att bryta ned cellulosa. När glukosmolekylerna frigjorts från cellulosakedjan kan de omvandlas till etanol av *S. cerevisiae*s välutvecklade system för fermentering.

Framtidsutsikt

För att uppnå ett hållbart klimat så måste vi bli mer koldioxidneutrala. En sammanslagen bioprosessteknik där nedbrytningen av cellulosa och fermenteringen av glukos sker i en och samma tank är ett utmärkt alternativ när man försöker minska användandet av fossila bränslen. Med fortsatt forskning på modellorganismerna *C. thermocellum* och *S. cerevisiae* är kommersialiseringen av en sammanslagen bioprosessteknik inom räckhåll och en potentiell lösning till den rådande energikrisen likaså.

Mer information

Texten är en sammanfattning av "*Sammanslagen bioprocess vid framställning av biobränsle från lignocellulosa*", skriven av Anton Wahlgren som självständigt arbete i biologi 2015.