

369

ETANOL enligt CHAP

En kommentar om teknik, energi och utsläpp

utarbetad för

Stiftelsen Svensk Etanolutveckling

av

Åke Brandberg
Bengt Sävbark
Ecotraffic R&D AB

ETANOL enligt CHAP

En kommentar om teknik, energi och utsläpp.

Tekniska nyckelpunkter

Vid sur hydrolys av lignocellulosa måste starka syror användas för att få tillräckligt lågt pH för omvandling av den kristallina cellulosa, som utgör huvudbeståndsdelen av de flesta av aktuella råvaror. Hydrolys för att få till etanol jäsbara sockerarter är en balansgång mellan betingelser för att få höga utbyten och konkurrerande reaktioner som med bildat socker ger icke jäsbara sidoföreningar (furfural och derivat, organiska syror och polymerisationsprodukter). I CASH-processen användes utspädd syra (som inte bör betecknas som svagsyra; jämför med beteckningen i anglosaxisk litteratur, dilute acid process) och man måste då använda relativt höga temperaturer och långa kontakttider för att få acceptabel hydrolysggrad för den kristallina cellulosa. Under sådana betingelser är dock bildningen av sidoprodukter hög och det har visat sig svårt att uppnå högt utbyte av jäsbart socker. Bildade sidoföreningar kan också vara toxiska för de mikroorganismer, som används vid jäsningen till etanol och därigenom ytterligare försämra utbytet av önskad slutprodukt. Utvecklingen synes dock gå mot användande av höga temperaturer, 230 - 240°C, vid kortare väl kontrollerade tider. 10

Vid användning av mer koncentrerade syror (CHAP - Concentrated Hydrochloric Acid Process) kan dels hydrolysen drivas längre, dels bildningen av sidoprodukter undertryckas genom låg erforderlig temperatur, i CHAP ca 60°C för cellulosa-hydrolysen och sluthydrolys vid ca 100°C och lägre syrakoncentration. Resultatet blir högre utbyte av jäsbart socker och etanol. 10

En nackdel är emellertid att torr råvara behövs (fuktig råvara måste torkas), för att inte dess vatten skall späda ut den koncentrerade syran vid svällning/förhydrolys (vid 30°C) och minska utbytet vid den efterföljande huvudhydrolysen. En andra nackdel är hög syraförbrukning, och för att inte denna skall bli oacceptabel måste syra återvinnas, vilket dock inte kan ske fullständigt. Återvinningen är en energi-krävande operation och begränsar i praktiken syravalet till saltsyra. Detta medför i sin tur problem med förbränning av oundvikligen kloridhaltiga restprodukter genom att klorerade dioxiner bildas vid förbränningen (av denna anledning har man numera i CASH-processen frångått saltsyra i huvudhydrolyssteg till förmån för svavelsyra). En panna måste därför vara utrustad med avancerad rökgasrening. 10

Hög intern energianvändning gör att etanol kan bli enda avsaluprodukt och vid hög fukthalt i råvaran kan extern hjälpenergi (olja, mer råvara) behöva tillföras. CHAP lämpar sig uppenbarligen för torra, cellulosarika råvaror såsom returpapper, papper utsorterat från sopor, o d och föreslagna projekt (SKAFABs Lövsta-projekt) har också baserats på sådana. I CASH-processen är en torr råvara inte någon större fördel.

En rättvisande jämförelse mellan de två sura hydrolysprozesserna kan inte göras annat än med samma råvara, och utfallet kommer då att kraftigt påverkas av nivån för fukthalten i råvaran.

Energiinsatser, -balanser

I den efterföljande diskussionen används dels data från beräkningar vid LTH (okt. 1993) över vedbaserad etanolproduktion, dels uppgifterna från den av Chematur 1992 preliminärt projekterade Lövsta-anläggningen, som utgår från en ur hushållsavfall utsorterad pappers/ plastfraktion. Pappersdelen har en fukthalt på 40 %, som före hydrolysen torkas till 20 % genom förbränning av biproduktetanol, metangas från avloppsvattenreningen och viss mängd kompletterande olja. Innehållet av cellulosa är ca 54 % av torrsubstansen (exkl. plasten) och av hemicellulosa på ca 18 %. Plasten utgör 21 % av den torkade råvaran, och en del av den i processen avskilda plasten utgör tillsammans med hela ligninfraktionen pannbränsle för att täcka anläggningens ångbehov för indunstning/syraåtervinning, etanoldestillation, m m. Behövlig elenergi inköpes. (I en senare presentation av SKAFAB 1993 har delvis något andra utgångssiffror valts men processpresentationen är mindre detaljerad och synes innehålla felaktigheter.)

I LTHs projektering utgår man från färsk ved med 40 % fukt, som torkas till 5% fukthalt genom förbränning av en del av torkat träpulver. Vedens torrsubstans antas ha en halt av cellulosa på 38,7 % och av hemicellulosa på 22,9 %. Avskilt och torkat lignin, bildad metangas och kompletterande olja används som pannbränslen för att täcka anläggningens ångbehov. Elbehovet täcks genom inköp.

I båda fallen sker jäsningsen kontinuerligt enligt Biostil-processen med recirkulation av jäst och av drank från destillationen, och etanol med 6 vikt-% (5 vol-%) vatten är slutprodukt.

För analys av energiinsatser och balanser för hela kedjan måste antaganden göras om råvarornas förhistoria. För vedbaserad tillverkning används samma förutsättningar som i tidigare rapport om Bio-etanol (mars 1994). För den pappersbaserade tillverkningen har samma data använts med motiveringen att framtida integrerad massa- och papperstillverkning inte kommer att kräva några insatser av extern fossil energi (annat än för tillverkning av ingående maskiner och apparater). Alternativt kan hävdas att det utsorterade pappret inte skall belastas, eftersom det inte tillverkats för etanolproduktion utan för annan användning, som får bära ev. energiinsatser.

I tabellen på följande sida har energiinsatser och energibalanser vid konvertering sammanställts på samma sätt som i den ovannämnda rapporten, från vilken CASH-fallet medtagits för jämförelse. För CHAP-fallen råder osäkerhet på vissa punkter (siffror inom parentes) p g a ofullständigheter betr ångsystemet och ång- och energibalanser. Det är som för CASH-fallet förutsatt att elenergibehovet är egenproducerat i mottrycksturbin.

ENERGIINSATSER OCH ENERGIBALANSER VID KONVERTERING

Råvara Process	Trädrester		Pappersavfall	
	CASH -----	CHAP GJ/10 t TS	CHAP1) till process	CHAP2) -----
Insatt energi - råvara	192	192	180	180
(extern) råvara för tork/panna	--	12	(105)	--
olja för tork/panna	--	5	10	10
annat pannbränsle	--	--	--	(105)
KONVERTERING:				
Behov processånga	45,0	(115)	122	122
processel	10,8	6	9	9
torkvärme (råvara)	--	12	(39)	(39)
Mellanprodukter:				
etanol, 95 vol-%	44,6	63	86	86
etanol , sekunda	--	6	7	7
lignin	93,5	83	51	51
biogas (metan)	27,2	30	22	22
AVSALUPRODUKTER:				
Etanol, 95 vol-%	36,2	55(+6)	76	78
Ligninbränsle	43,7	--	--	--
UTBYTEN av avsaluprodukter vid konverteringen i %*:				
Etanol	18,9	26(+3)	26	27
Ligninbränsle	22,8	--	--	--
Summa	41,7	26 (29)	26	27

* beräknade på energiinnehållet i insatt biomassas torrsbstans och extern energi

1) Biomassa (ved) som processbränsle

2) Fossilt processbränsle

Ång- och torkenergibehoven är som synes betydligt större i CHAP, vilket leder till att alla mellanprodukter förbrukas internt och visst behov av extra insats av extern energi uppstår. I pappersfallet (Lövsta-projekteringen) måste en avsevärd del (ehuru osäker) av den i råvaran ingående plasten (fossil) förbrännas för att täcka ångbehovet. Etanol blir enda avsaluprodukt. Sekundaetanolen består av föreningar som troligen skulle kunna blandas in i drivmedelsetanolen i stället för att användas som internbränsle.

Utbytet av etanol i energitermer har beräknats till ca 26 % (något högre om sekundaetanolen inkluderas som indikerats för vedfallet) och är således betydligt högre än i CASH-processen. Utbytena av etanol är netto efter avdrag för inom systemet (skogsbruk, transporter) förbrukad drivmedelsetanol. Totalutbytet av avsaluprodukter är dock högre i CASH-fallet, då inget överskott av andra produkter uppstår i CHAP. Utbytet anges med pappersråvara vara högre än med ved, delvis också beroende på mer optimistiska antaganden om utvinningsgrader.

I pappersfallet synes angiven energiinsats för torkning av råvara oförklarligt hög och medför högre extern insats av pannbränsle. Utbytestalet för etanol i detta fall kan därför vara något för lågt.

Utväxlingen, d v s kvoten mellan energiinnehållet i erhållna avsaluprodukter och insatt fossil energi i hela systemet (framtagning av råvara - konvertering), blir för det vedbaserade fallet som det redovisats ca 5 (diagrammen) eller 5,5 om sekundaetanolen medtages i avsaluprodukten. Utväxlingen är lägre än för den tidigare redovisade CASH-processen p g a dennas högre totala produktutbyte.

I pappersfallet (Lövsta-projekteringen) blir utväxlingen något lägre (4) beroende på ovannämnda högre energibehov av processbränsle även om detta skulle vara biomassa (ved). Fossilinsatserna för att ta fram denna och högre internt transportbehov ger sådan effekt. Utväxlingen blir under 1 om fossilbaserad plast ingår som processbränsle (diagrammen) och skulle vara under 1 även om mängden av detta skulle vara överskattad. Det är självfallet en trivial iakttagelse att utväxlingen blir låg så snart fossila processbränslen används. Behovet av tillskott av hjälpenergi blir med pappersråvaran större, då denna ger lägre utbyte av ligninbränsle.

Energiomsättningen för att producera en viss mängd etanol synes enligt underlaget i pappersfallet vara högre än i vedfallet. Någon annan förklaring att längre driven syraåtervinning och ineffektivare torkning kan inte ses i underlaget och det torde finnas rum för bättre energioptimering.

Utsläpp i kedjan

CHAP innebär inte några väsentliga ändringar i utsläppsbilden för hela kedjan utom på en punkt. Den större syraanvändningen leder till att kalkåtgången för neutralisering efter hydrolysen blir större. Denna är förknippad med utsläpp av koldioxid av fossilt ursprung. Tillskottet kan nära fördubbla de fossila koldioxid-

utsläppen i kedjan men är absolut sett lågt och motsvarar ca 6 % av vid förbränning av etanol bildad koldioxid.

Det faktum att CHAP ger ett överskott av utspädd saltsyra, som, oklart hur, måste upparbetas på annat håll kan ge upphov till ytterligare utsläpp.

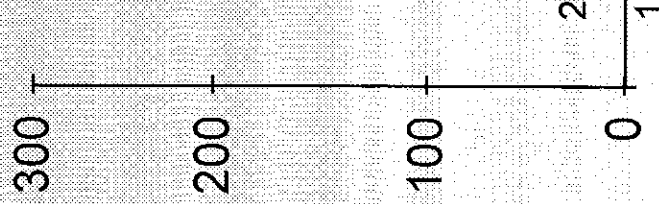
VED - CHAP

Utväxling 5 (5,5**)

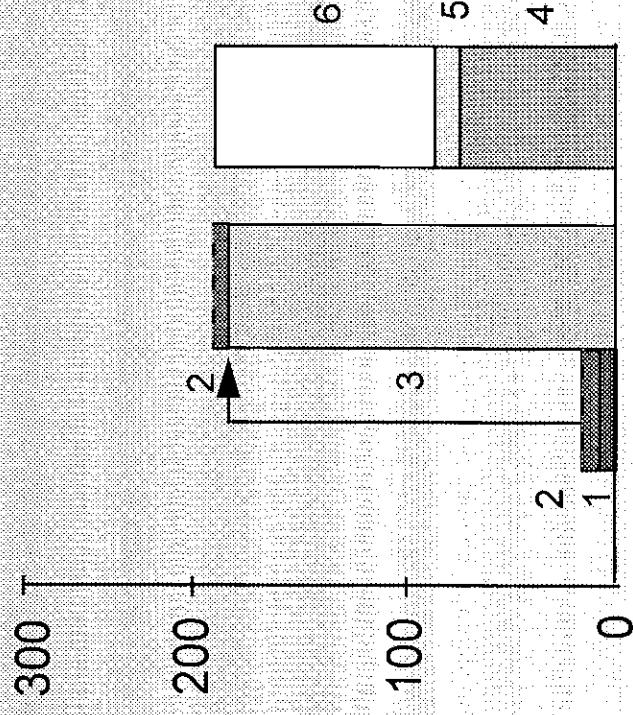
PAPPER - CHAP

Utväxling 4

GJ/ 10t TS*



GJ/10 t TS*



- 1 Fossilt vid råvaruprod.
- 2 Processbränsle (fossil)
- 3 Biomassa *proce*
- 4 Etanol (avsalu)
- 5 Fossilt vid råvaruprod.
- 6 Processbränsle (fossil)

- 5 Etanol (internförbrukad)
 - 6 EI, ånga, förluster
- * till konverteringsprocess
 ** inkl. sekunda produkt

PAPPER - CHAP

Utväxling 0,6**

