



# Uppdragsrapport

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

## Nya grödor som bas för förnybara råvaror

Johanna Olsson



# Uppdragsrapport från JTI

## Nya grödor som bas för förnybara råvaror

Johanna Olsson

Ett projekt utfört på uppdrag av LRF



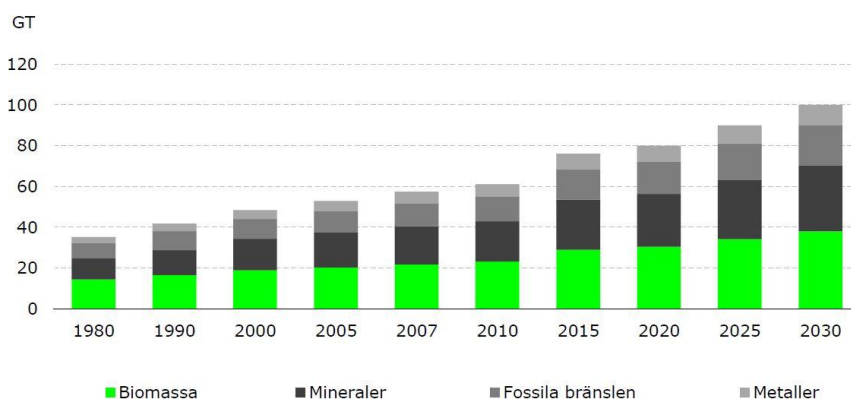
# Innehåll

Inledning .....	5
Litteraturstudie.....	6
Grödor som bas för förnybara råvaror.....	6
Arealer och mängd biomassa.....	9
Marknadsmöjligheter för nya grödor som bas för förnybara råvaror.....	10
Grödor som gynnas av varmare klimat.....	12
Växtföljder.....	12
Behov inom olika industrigrenar inom bioekonomin .....	13
Kemiindustri .....	13
Biobränsle och energi .....	14
Bioteknik .....	14
Läkemedel och personal care .....	15
Förpacknings- och materialindustri .....	15
Kvalitetsparametrar hos olika grödor.....	16
Möjliga användningsområden, forskning pågår.....	17
Uppskattning av pris till kund .....	18
Analys.....	20
Referenser .....	21



## Inledning

Den globala efterfrågan på råvaror i allmänhet och biobaserade råvaror i synnerhet prognostiseras att stiga kraftigt under kommande årtionden, figur 1. Detta drivs både av den generella tillväxten och av befolkningsökningen, men också av att biobaserade råvaror gradvis förväntas ersätta fossila och andra icke-förnybara alternativ.



Figur 1. Utvecklingen i efterfrågan av olika råvaror mellan 1980 och 2015, samt prognosticerad ökning mellan 2015 och 2030, mätt i miljarder ton efterfrågat material (gigaton eller GT) (Flack m.fl., 2015).

Som framgår av de Jong m.fl. (2012) så kan nästan alla industriella material gjorda av fossila resurser rent tekniskt ersättas av sina biobaserade motsvarigheter.

Den svenska jordbruksmarksarealen uppgår idag till totalt 3,05 miljoner hektar fördelat på 2,6 miljoner hektar åkermark och 0,45 miljoner hektar betesmark (Jordbruksverket, 2015a). Skogen täcker 57 % av Sverige, motsvarande ca 23,2 miljoner hektar produktiv skogsmark (Skogsstyrelsen, 2015). Skogen har i snitt en lägre produktivitet (cirka 0,4 ton torrsbstans/ha, år), jämfört med åkermarken (exempelvis spannmål+halm, 10-30 ton torrsbstans/ha, år). I den nyligen publicerade rapporten ”Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi” (Börjesson, 2016) bedöms tillförseln av biomassa till en växande bioekonomi till 2050 vara hög både från skogsbruket och från jordbruket i Sverige. Börjesson (2016) uppskattar att den totala biomassa-produktionen i svensk växtodling uppgå till cirka 74 TWh per år idag, varav ca 53 TWh utgörs av skördade produkter och cirka 21 TWh av skörderester som halm och blast.

Åkerarealens användning fördelar sig på vallodling, 45 %, spannmål, 40 %, oljeväxter 4 %, övriga grödor 6 % samt träda 5 %. Den största delen av svensk åkermark, cirka 70 %, används till odling av fodergrödor (Lundström m.fl., 2008).

Tillgången på biomassa kan ökas genom att den direkta produktionen per arealenhet ökar, att större arealer kan brukas eller genom att mer av nuvarande produktion av biomassa kan vidareförädlas. Med förbättrade odlingsmetoder, nya hög-avkastande sorter, mindre trädesareal, ökade kunskaper och resurser för odling i

tredje världen samt minskat livsmedelssvinn kan jordbruksgrödorna räcka för många olika användningsområden.

Nya och innovativa teknikplattformar behövs för separation, fraktionering, extraktion och omvandling av biomassa för att maximera värdet av den förnybara råvaran. Tillverkning från biomassa kommer dock definitivt att resultera i ett stort antal produkter för ett stort antal olika affärssegment.

Bioraffinaderier är centrala i en bioekonomi eftersom det är i dessa anläggningar som produktionen av biobaserade produkter sker av förnybara råvaror från åker, skog och hav. Produktionen sker på det viset att de råvaror går in utnyttjas optimalt, där även råvarornas restprodukter används. Tanken är att dessa bioraffinaderier ska bl.a. ersätta dagens oljeraffinaderier och producera inte bara energi, pappersmassa, textilier och kemikalier utan också sådant som bioplaster, mat, djurfoder och läkemedel. Processerna som används är både biotekniska (t.ex. tillförsel av enzymer), kemiska (tillsättning av syrer, baser och metaller), termiska (uppvärmning, förbränning, förgasning) och mekaniska (t.ex. defibrering).

Börjesson (2016) uppskattar den ökade avsättningspotentialen för avsättning av biomassa för energiändamål samt som råvara för att ersätta dagens användning av fossil råvara in svensk industritill totalt till cirka 30 TWh biomassa per år till 2030, med ett osäkerhetsintervall om cirka 10 till 50 TWh per år. Detta motsvarar ungefär 25 % av dagens användning av biomassa för energiändamål i Sverige. Avsättningspotentialen bedöms öka något till 2050 och då uppgå till cirka 35-40 TWh per år, med ett något större osäkerhetsintervall om cirka 10 till 60 TWh per år. De sektorer som bedöms ha störst ökad avsättningspotential är transportsektorn i form av biodrivmedel, följt av industrisektorn i form av process-energi. Behovet av biomassa för elproduktion via kraftvärme bedöms också öka medan behovet av biomassa för uppvärmning bedöms minska något. Om också behovet av biomassa som råvara för att ersätta fossil råvara inom dagens kemi- och petrokemiska industri inkluderas ökar avsättningspotentialen med ytterligare cirka 10-15 TWh biomassa per år till 2030, respektive till cirka 25-30 TWh till 2050.

## Litteraturstudie

### Grödor som bas för förnybara råvaror

Bland de traditionella jordbruksgrödorna såsom spannmål, vall och oljeväxter och även bland mindre grödor som rörflen och salix finns redan idag exempel på hur de används som förnybar råvara.

#### *Spannmål*

Arealen spannmål har minskat över tiden men detta har vägts upp av en ökande hektaravkastning för spannmål. Kan odlas i hela Sverige. Idag odlas spannmål på omkring 40 % av Sveriges åkerareal. Spannmål kan idag exempelvis användas till etanoltillverkning. Lantmännen Agroetanol använder höstvetete, rågvete, vårvete, korn och råg som råvara med ett årsbehov på ca 600 000 ton vid full produktion. Spannmålsorter och odlingsmetoder som ger låg proteinhalt och hög stärkelsehalt föredras till etanolproduktion. Proteinråvara till fodertillverkning är en viktig produkt vid sidan av etanolen. Halm från spannmål används idag huvudsakligen



till energiproduktion, foder och strömedel men har potential för att användas till t.ex. ligninframställning.

### ***Vall***

Vallen är i särklass Sveriges största gröda. En stor del av åkerarealen (ca 45 %) odlas med vall som främst skördas och används som foder, men vallen betas även under delar av året. Flerårig gröda som kan odlas i hela Sverige. Vall kan idag exempelvis användas i biogasanläggningar och som proteinfoder.

### ***Oljevaxter***

Oljevaxter odlas på mindre än 5 % av Sveriges åkerareal. Höstrapsodlingen, som är den oljeväxtgröda som odlas på flest areal åkermark, är koncentrerad till södra Sverige då övervintringen är osäker längre norrut. Stigande priser och bättre sorter har ökat andelen raps igen i växtföljderna. Raps är en bra växtföljdsgröda men bör inte odlas oftare än vart femte till sjätte år eftersom det finns risk för växtföljdssjukdomar. Rapsolja kan användas för produktion av biodiesel, varav den vanligaste är RME (rapsmetyleter). Oljan från oljevaxter har framför allt använts inom livsmedelsindustrin tidigare men den växande bioenergimarknaden har varit en viktig faktor för snabbt höjda priser och efterfrågan på vegetabiliska oljor. Sverige har ett företag, Binol ([www.binol.com](http://www.binol.com)), som har smörj-, motor- och sågkedjeoljor som bl.a. är baserade på rapsolja. Binol var ägt av Karlshamns AB men har nu blivit uppköpt av Quaker Chemical cooperation.

### ***Sockerbeter***

Odlingen av sockerbeter har sedan ett antal år tillbaka koncentrerats till Skåne genom att transportersättningen utgår till max 8 mil. Sockerbetsarealen utgör mindre än 1 % av Sveriges totala åkerareal. Sveriges enda sockerbruk ägt av Nordzucker finns i Örtofta utanför Lund. Utanför sockermarknaden odlas även industribeter. Industribeter processas på samma sätt som kvotbetorna och säljs till kemisk/teknisk industri där det används i tillverkningsprocessen. Exempel på användningsområden är som bränsle i jäsningsprocesser när det tillverkas mediciner och enzymer. De kan också användas för etanolproduktion liksom vanliga sockerbeter.

### ***Majs***

Majs odlas främst i södra och sydöstra delen av Sverige och odlas på mindre än 1 % av Sveriges totala åkerareal. Huvuddelen av den odlade majsen skördas som ensilage och används som djurfoder. Den kan också användas till biogasproduktion. Sockermajs odlas på betydligt mindre areal i Sverige. Odlingsgränsen för sockermajs ligger mellan södra och mellersta Sverige.

### ***Potatis***

Potatis odlas på runt 1 % av Sveriges åkermark och kan odlas i hela Sverige. I Sverige odlas både matpotatis och stärkelsepotatis. Matpotatisen är avsedd för livsmedel huvudsakligen. Från de 6000 hektar stärkelsepotatis som odlas produceras 60 000 ton handelsstärkelse. Ett stort användningsområde är bstrykning av papper men den börjar också användas till plastproduktion ([www.gaia.se](http://www.gaia.se)). Stärkelsen används till livsmedel och teknisk industri. Den restprodukt som bildas i stärkelseproduktionen, s.k. potatispulpa, kan användas som djurfoder.

### ***Lin***

Odlad lin förekommer i två typer, spånadslin och oljelin. Det odlas på mindre än 0,5 % av åkermarken. Oljelin har som det hörs på namnet en högre oljehalt än spånadslin. Det är svårt att göra både olja och fiber, man behöver fokusera på fiber- eller oljeavkastning. Nordgränsen för oljelin beräknas vara Mälardalen men även i södra Dalarna förekommer odling. Oljelin har ett stort värmebehov för att nå full utveckling. Grödan bör inte återkomma oftare än vart 6-8 år med tanke på växtföljdssjukdomar. Under de senaste åren har oljelinodlingen återigen blivit en etablerad gröda i Syd- och Mellansverige. De viktigaste produkterna är linfrö, linolja, linfrökaka och linfiber. Linolja i färg och rostskyddsmedel ökar stadigt tillsammans med andra miljövänliga produkter av lin. Linfrö och olja som hälsokost är ett annat exempel.

### ***Salix***

Salixodling kan potentiellt bidra med en betydande produktion av biomassa och odlas på mindre än 1 % av åkermarken. Utifrån en nyligen publicerad dansk studie uppskattas den årliga produktionen av biomassa 2025 till ungefär 50000 ton torrsubstans/år (Ugilt Larsen m.fl., 2015). Idag har Sverige runt 12000 ha salix.

### ***Hybridasp och poppel***

Hybridasp och poppel är två intressanta trädslag för energiändamål som kan odlas på åkermark, idag på mindre än 0,5 % av åkerarealen men ökar varje år. Det registrerade materialet har huvudsakligen testats för södra Sverige varför rekommendationerna för både hybridasp- och poppelblandningen är att använda materialet på milda lokaler i södra Sverige upp till Mälardalen (Skogforsk, 2016). Återplantering efter poppel anses vara mycket god jämfört med t.ex. salix.

### ***Rörflen***

Rörflen växer vilt i stora delar av Sverige. Den odlas på ca 800 hektar i Sverige varav nästan 500 hektar i norra Sverige, vilket utgör mindre än 0,5 % av åkerarealen (Prade, 2012). Rörflen kan odlas på myrmark. Detta utnyttjas t.ex. i Finland där det odlas omkring 20 000 ha rörflen årligen. Med rätt etablering och skötsel kan rörflen odlas i minst 10-15 år. Grön sommarskörd kan användas som biogasråvara eller grüngödsel. Rörflen kan användas i applikationer med agrofiber, t.ex. biokompositer. Rörflen kan briketteras eller pelleteras och användas som bränsleråvara. I en rapport om bioenergipotentialen som SVEBIO tagit fram anges att med riktade styrmedel skulle rörflen ha en potential på 3 TWh i Sverige (SVEBIO, 2008).

### ***Hampa***

Hampa är en ettårig gröda som kan odlas i stort sett över hela Sverige. Den var tidigare en viktig fiberråvara till bland annat snören och rep. Av drogpolitiska skäl förbjöds odling av hampa i Sverige under senare halvan av 1960-talet.

Efter ett beslut i EG-domstolen blev det 2003 åter tillåtet med odling i Sverige, men flera krav är förknippade med odlingen. Odlingen av hampa har i Sverige fortfarande mycket liten omfattning. Någon storskalig odling för förbränning av hampa i värmeverk finns inte för närvarande. Däremot finns en viss produktion av förädlad hampa som pressas till briketter.



Figur 2. Hampaadlingen i Sverige de senaste tio åren. Odlingen idag är en knapp tiondel av vad den var 2007 (Jordbruksverket, 2016).

Intresset för hampa bottnar också i att det finns möjligheter att använda växtens olika delar till flera olika ändamål. Fibern kan användas till textilier, papper, isolermaterial och som armering i betong, plast m.m. Ur fröna kan man pressa olja (hampaolja) som har en mängd användningsområden. Fröna kan också användas direkt i livsmedelsprodukter och som fågelfrö. De vedämnen som blir kvar efter fiberutvinning kan användas i till exempel byggsivor, djurströ eller som bränsle.

### Åkerbönor

Allt dyrare soja och ett större fokus på närproducerade foder- och livsmedelsgrödor har riktat blickarna mot potentialen för svenskodlade proteingrödor. Bara de senaste åren har odlingen av åkerböna ökat väsentligt och intresset för baljväxter likaså. Åkerböna är en gröda som förväntas öka framöver, dels minskar den sojaberoendet och dels behöver vi fler grödor att inkludera i växtföljden. Den kan ingå i både ensilage som grönfoder och i kraftfoder (Jordbruksaktuellt, 2016a).

### Arealer och mängd biomassa

För en biobaserad ekonomi är tillgången på biomassa en kritisk faktor. I tabell 1 presenteras arealerna och producerad mängd biomassa för befintliga grödor i Sverige. Kostnaden för odling till bioenergi och bioraffinaderi ökar vid en mer omfattande odling eftersom marker med högre odlingskostnader, lägre avkastning och högre alternativvärde tas i anspråk. Ett effektivt utnyttjande av tillgängliga resurser är därför centralt, där utnyttjande av restprodukter, som t.ex. halm och betblast, är en viktig del.

Tabell 1. Arealer och beräknad mängd biomassa av befintliga grödor.

Gröda	Areal, ha*	Total mängd/år, ton vv**	Total mängd/år, ton ts***
Vete	414000	2404000	2067000
Råg	26000	149000	129000
Korn	352000	1745000	1501000
Havre	178000	700000	602000
Rågvete	35000	177000	153000
Halm, spannmål		3800000	3230000
Konservärt	10000	27000	23000
Majs	17000	627000	189000
Grönfoderväxter	43000		
Vall	1118000	27938000	9779000
Matpotatis	18000	545000	109000
Stärkelsepotatis	7000	228000	46000
Socketbetor	30000	1792000	431000
Socketbetsblast		2300000	322000
Raps	104000	330000	301000
Rybs	3000	4000	4000
Halm, oljeväxter		740000	622000
Oljelin	6000	11000	10000
Salix	15000		120000
Hybridasp & poppel	3000		18000
Rörflen	800		5000
Träda	152000		

\* Beräknat medelvärde för jordbruksmarkens användning 2013-2015, baserat på Jordbruksverket (2013), Jordbruksverket (2014) och Jordbruksverket (2015b)

\*\* Baserad på Jordbruksverket (2015c)

\*\*\* Baserad på Jordbruksverket (2015c) och Börjesson (2016)

## Marknadsmöjligheter för nya grödor som bas för förnybara råvaror

### *Szarvasi*

I Skåne och Östergötland har försöksodlingar genomförts med det ungerska energigräset szarvasi, och tester har gjorts med såväl pellettering som förbränning. Szarvasi har korsats fram för den östeuropeiska biobränslemarknaden. Förväntningarna på gräset är höga. Gräset, som kan skördas två gånger per år, ska vid första skörden kunna ge en avkastning på ca 12 ton/hektar under svenska förhållanden (Bioenergiportalen, 2016). Det kan jämföras med ca 7-8 ton/hektar för rörflen. Vid första skörden är gräset så torrt att det kan pelleteras direkt efter skörd.

### ***Elefantgräs (Miscantus)***

I Europa förekommer odling av elefantgräs. Gräset är en steril hybrid som förökas med rhizomer (rotknölar). Elefantgräs skördas oftast på våren i vissnad form och ger 8-15 ton ts/ha. Den har idag en hög etableringskostnad men skulle potentiellt kunna odlas i Sverige.

I Danmark gjordes nyligen en studie där avkastningsnivån för elefantgräs simulerades med hjälp av en datamodell, BioCro, detta pga. att det saknas tillräckliga underlag från fältförsök i Danmark. Den potentiella skörden för elefantgräs uppskattades till runt 10 ton ts/ha och år (Onelinelibrary, 2016).

### ***Solros***

Huvuddelen av de solrosor som odlas i världen går till oljeutvinning, medan endast en mindre del går till fågelfrö, direkt till livsmedel eller som snittblomma. De största odlarna av solrosor är EU, Argentina, Ryssland och Ukraina. I Sverige bör solrosor kunna odlas från Skåne, och med det tidigaste sortmaterialet upp till Mälardalen. I ett nyligen redovisat projekt har solrosmjöl använts för produktion av en antioxidantrik fraktion, proteinisolat och näringsrika jäsningstillskott. Preliminära resultat har visat att proteinisolat från solrosor kan användas för att producera biologiskt nedbrytbara filmer. Projektet visade att den antioxidantrika fraktionen från solrosmjöl skulle kunna användas för att förbättra den oxidativa stabiliteten hos solrosolja (Kachrimanidou m.fl., 2015).

### ***Sockerdurra (Sweet Sorghum)***

Sockerdurra har potential att odlas i Sverige, försök har gjort i mindre skala. Den har en mängd olika användningsmöjligheter, både som förnybar industriråvara, livsmedel och foder.

### ***Sojaböna***

Provodlingar på Öland och i Skåne har visat att det går att odla sojabönor med gott resultat i södra Sverige. Försöksodlingar har även genomförts ända upp till Mälardalen med lyckat resultat. Förutom till livsmedel och foder kan sojabönsmjöl bland annat användas för produktion av proteinisolat som kan användas för vidare applikationer.

### ***Vinterbetor***

En sockerbeta har utvecklats som planteras på hösten och som sedan växer under hela kommande tillväxtsäsongen. Vinterbetan ger en förlängd skördeperiod och skulle kunna öka avkastningen med 25 % jämfört den vanliga vårsådda sockerbetan. Vidare försök pågår med vinterbetan. Övervintringen är med nuvarande sortmaterial inget problem. Det krävs dock sortförädling för att få bort problemet med stocklöpningen.

### ***Rödhiris (switchgrass)***

I USA testas rödhiris och olika typer av präriegräs. Forskningen har bland annat visat att rödhiris har en mycket bra energibalans vid etanolframställning. Man får ut runt 5 gånger mer energi än vad som går åt för att odla grödan och framställa etanolen.

### ***Jordärtskocka***

Jordärtskocka kan lämpa sig för användning till exempelvis bioplast, biogas, läkemedel och bränslepellets. Knölarna innehåller en polymer som heter inulin och som består av sockerarten fruktos i långa kedjor.

### ***Oljekål***

Försök pågår där man med hjälp av nya växtförädlingsmetoder undersöker möjligheterna till odling av oljekål med hög erukasyrahalt och oljekål med vaxestrar till smörjmedel. Förhöjd halt av erukasyra, som har en rad olika användningsområden inom till exempel plastindustrin, kan ersätta råvaror från fossil olja. Vaxestrar har god smörjförmåga och kan ersätta smörjoljor baserat på fossil olja. Den höga halten erukasyra förväntas ge oljan från oljekålen dubbla värdet jämfört med andra grödor (Jordbruksaktuellt 2016b).

### **Grödor som gynnas av varmare klimat**

Vid en klimatförändring beräknas odlingsgränsen för grödorna flyttas norrut. En klimatförändring kommer att medföra en ökad temperatur och högre koldioxidkoncentration vilket höjer avkastningspotentialen på grödorna. Förändringar i så- och skördetidpunkt förväntas då vegetationsperioden förlängs. Grödfördelningen har stor betydelse för hur produktionsutvecklingen kommer att se ut.

Produktionsökning till 2040 om nuvarande arealfördelning består (Gradvis, 2016):

- I Västerbotten 56 %
- I Mälardalen 19 %
- I Skånes måste vi jämföra med andra länder för att bedöma vilken förändring som kan komma att ske avseende grödfördelning

Exempel på arter som kan vara vinnare i ett framtida varmare klimat är hösthavre, höstböna och höstmalkorn som alla tre gynnas av högre medeltemperatur. Majs kommer att öka rejält i omfattning, men även solros och sojaböna kan komma att odlas på sikt. Växelvevet är ett vinterhärdigt vårveve som kan sås på hösten efter sockerbetorna. Grödan hinner längre och ger högre skörd vårveve, även detta är en gröda som gynnas av varmare klimat.

### **Växtföljder**

Det finns många möjligheter för odling där en högre biomassaskörd och samtidigt lägre miljöpåverkan potentiellt kan uppnås. Bland annat vid odling av s.k. mellangrödor. En mellangröda definieras som en gröda som odlas mellan två huvudgrödor. Exempel på möjliga mellangrödor är vitsenap, oljerättika, honungsört, bovete och luddvicker. Ett annat innovativt odlingsystem är tvågrödesystemet som innebär att två grödor odlas efter varandra under samma år. En höstgröda etableras på hösten och skördas på våren i tid för att hinna etablera en vårgröda. För att odling enligt tvågrödesystemet ska vara ekonomiskt intressant jämfört med att odla till exempel endast majs gäller att merkostnaden för att odla och skörda två grödor vägs upp av ökad avkastning per odlad areal.

## Behov inom olika industrigrenar inom bioekonomin

### Kemiindustri

Kemiindustrin är en av de sektorer där potentialen för en gradvis övergång till biobaserade råvaror är som störst.

Hos flera av kemiföretagen finns redan utarbetade planer på att investera i mer biobaserade processer. Investeringar i produktionskapacitet för biokemikalier och biopolymer börjar öka markant, dock från en mycket låg nivå. En utveckling där biomassa ersätter fossil råvara för produktion av kemikalier är starkt sammankopplad med utvecklingen av bioraffinaderier. Tekniska plattformar för detta är termisk förgasning och industriell bioteknik för att bryta ner cellulosa via enzymatisk hydrolys. Att ersätta fossil råvara med biomassa kräver investeringar i nya anläggningar för förädling av biomassa till bioråvara och för omvandling av bioråvara till kemikalier och andra energibärare. Fördelen med att förlägga bioraffinaderier vid befintliga raffinaderier och petrokemiska industrier är möjligheten att utnyttja existerande infrastruktur och kringssystem. Kemiindustrin innefattar omkring 450 företag i Sverige (cirka 34 000 heltidsanställda 2010). Dessa industrier bildar tre betydande kluster i de mer tätbefolkade områdena kring Stockholm/Uppsala, Göteborg och Malmö/Lund. Denna industri är främst representerad av ett fåtal stora företag, medan de flesta är mindre.

Framtida klimatpolitik kommer förmodligen få betydande konsekvenser på råvaruanvändningen för produktion av kemikalier. I dag används stora mängder fossila råvaror som samproduceras med drivmedel i raffinaderier. Med en framgångsrik omställning av transportsektorn kommer petrokemin att omstruktureras och den tillverkning som bygger på biprodukter från produktionen av fossila drivmedel måste hitta nya och icke-fossila råvaror (Palm, 2015). En drivkraft utöver transportsektorns omställning som kan få betydelse för kemiindustrins råvaruanvändning är en ökad efterfrågan på kemikalier och plaster av förnybart ursprung.

Marknadsandelen för biobaserade baskemikalier uppskattas öka från dagens 2 procent, till uppemot 10 procent år 2025, tabell 2. För biobaserade special- och finkemikalier är motsvarande siffror en ökning från 25 till 50 procents marknadsandel. World Economic Forum uppskattar att den totala globala marknadspotentialen för biobaserade baskemikalier och bioplaster fram till 2020 är mellan 70 och 110 miljarder kronor (WEF, 2010). Eten är den kemikalie som har störst produktionsvolym, ca 120 Mton/år (PE, vinylklorid, styren, etenoxid).

Tabell 2. Biobaserad marknadsandel (%) för kemikalier, globala marknaden 2010 och 2025 (Flack m.fl. 2015).

	2010, %	2025, %
Baskemikalier	1-2	6-10
Specialkemikalier	20-25	45-50
Finkemikalier	20-25	45-50
Polymerer	5-10	10-20

I de rapporter som sammanställt potentiellt intressanta kemikalier som kan framställas av biobaserade material är huvudfokus på sockerplattformen, men

potentiellt ligninbaserade produkter har också börjat väcka en viss uppmärksamhet (PNNL, 2016).

IEA Bioenergy Task 42 definierar plattformar som "mellanprodukter från oförädlad biomassa som bildas innan de vidareförädlas mot produkter, de kan också vara en koppling mellan olika bioraffinaderikoncept eller slutprodukter. Plattformar är en central del i bioraffinaderikonceptet och den viktigaste funktionen i klassificeringen av ett bioraffinaderi. Det finns många exempel på plattformar, såsom oljor, syntesgas, väte, lignin och socker. Sockerplattformen kan definieras som plattformar som involverar någon kombination av C5, C6 och/eller C12 socker, de finns mellan den oförädlade bioråvaran och slutprodukten i form av biobränsle eller biokemikalien.

Potentiellt intressanta kemikalier som kan framställas av biobaserade material:

- Plattformskemikalier som disyror, glycerolsyra, asparaginsyra etc. behövs i stora mängder, men de har ett ganska lågt marknadspris. Denna grupp innefattar exempelvis byggstenar för polymerer, såsom bioplaster, vilket är en annan produktgrupp. Polymerer kan användas för framställning av plastmaterial, linoleum, lim och plastprodukter.
- Specialkemikalier (t.ex. smörjmedel, ytaktiva ämnen), som kan variera mycket i pris och funktionalitet.
- Gödselmedel såsom mineralgödsel, dessa typer av föreningar finns ofta kvar i råvaruströmmen även efter det att en mängd olika ämnen har plockats ut ur råvaruströmmen. Propionsyra (används bland annat för produktion av färger, lacker och konserveringsmedel) kan tillverkas av rester från framställning av rapsdiesel och potatistärkelse (Nyteknik, 2016).

## **Biobränsle och energi**

Transportsektorn är idag den sektor som till allra största delen använder fossil icke förnybar energi. I volym räknat är biomassa till drivmedel sannolikt den marknad som har störst utvecklingspotential men är också mer beroende av politiska beslut kring t.ex. beskattning.

Den förväntade potentialen för biobaserad kraftvärme är runt 470 miljarder, och bränslemarknaden värderas till 580 miljarder år 2020 på en global nivå. Detta ger en total marknadspotential för dessa sektorer på drygt 1 000 miljarder (WEF, 2010). Av Sveriges totala energitillförsel står bioenergi och torv för drygt 22 % eller 128 TWh (Jordbruksverket, 2015d).

Biomassa kan användas inom industrin för att ersätta både fossila bränslen och fossila råvaror. Biobränslen är redan idag ett betydande energislug inom industrin. Industrins användning av biobränslen i Sverige uppgick 2013 till 55 TWh, varav 49 TWh användes inom massa- och pappersindustrin (Energimyndigheten, 2015).

## **Bioteknik**

Bioteknologiska verktyg såsom biologiska komponenter (t.ex. mikroorganismer och/eller enzymer) kan framställas med användning av sockerplattformen som



kolkälla. Därför finns det intresse för att producera monomera och dimera socker från de resurser som tillåter tillväxt av mikroorganismer, vilket i sin tur kan användas som produktionsstöd för specifika produkter (metaboliter) eller katalysatorer. Nya biokatalysatorer och enzymer är ett globalt tillväxtområde inom bioekonomin.

### **Läkemedel och personal care**

Läkemedelstillverkning är en traditionellt stark sektor i Sverige, inklusive många nystartade företag. Dock har sysselsättningen inom läkemedelssektorn minskat avsevärt under de senaste åren.

AstraZenecas nedläggningar skapade en oro kring förutsättningarna för läkemedelsutveckling i Sverige men mycket pekar på att nedläggningarna snarare var en del i en global nedgång kopplad till förändrade forskningsmodeller inom "Big Pharma". Sveriges konkurrenskraft visade sig inte minst i AstraZenecas besked under 2015 att både bygga en ny anläggning för tillverkning av biologiska läkemedel i Södertälje och göra en omfattande satsning på forskning om humana proteiner och produktion av bioläkemedel i Sverige. Exkluderar man AstraZeneca har antalet anställda inom svensk life science ökat med 1,4 procent mellan åren 2012 och 2014 (marknads- och säljbolag ej inräknade) (Tillväxtanalys, 2016).

Inom Personal Care, det vill säga kosmetika och hudvård, växer efterfrågan på förnybara råvaror på grund av människors vilja att betala extra för förnybart.

### **Förpacknings- och materialindustri**

Idag är plast till stor del fossilbaserad. Plast kan tillverkas av olika källor. Då plast tillverkas av förnybar råvara brukar den benämnas bioplast. Bioplast går att dela upp i biologisk nedbrytbar bioplast och icke-nedbrytbar bioplast. Det kommer framöver att finnas flera så kallade "drop-in" plaster som funkar i existerande maskinpark och med existerande kompetens.

De förnybara råvaror som används idag tillverkas huvudsakligen inom jordbruket eller, i mindre omfattning, inom skogsindustrin. Majoriteten av dagens tillgängliga teknik för bioplastproduktion baseras på kolhydratrika växter som t.ex. spannmål eller sockerbetor/sockerrör. Efter utvinning ur växten kan förnybara råvaror antingen användas direkt för att göra bioplast då de flesta produkterna är baserade på stärkelse och cellulosa, eller kan de användas till biologiska processer och/eller kemiska omvandlingar för att erhålla biobaserade kemiska mellanprodukter (mjölksyra, bärnstenssyra etc.), vilka används som byggstenar (monomerer) i bioplastmaterial, eller modifierade naturliga polymerer (t.ex. cellulosaacetat), som kommer att anta andra egenskaper än de ursprungliga naturliga polymererna, eller polymerer genom fermentering (t.ex. PHA).

Den nuvarande årliga globala produktionskapaciteten av bioplast beräknas uppgå till omkring en miljon ton. Detta inkluderar plast som tillverkats både av förnybara och petrobaserade biologiskt nedbrytbara energikällor. Beroende på typ av polymer och vilken gröda som använts, respektive råvarumaterial från jordbruket, varierar den genomsnittliga avkastningen mellan 3,5 och 5,5 ton bioplast per hektar (nordiskbioplastforening.se). Den odlingsbara åkermark som behövs för att helt generera den nuvarande produktionskapaciteten i världen idag skulle uppgå till 300 000 hektar, vilket är det samma som ca 0,006 procent av den totala

odlingsbara marken i världen. Forskning som gjorts av University of Applied Science and Arts i Hannover indikerar att t.o.m. vid en total övergång till biobaserad plast med en plastproduktion på ca 250 miljoner ton per år, skulle man bara behöva en andel på 5 procent av åkermarken (Nordic Bioplastic, 2016).

Flertalet av de stora förpackningsföretagen har ambitionen att producera förpackningar som till 100 % består av förnybara material. Som det ser ut idag är bioplasten till största delen tillverkad av sockerrör från Brasilien. På sikt finns det potential att använda lokal svensk råvara för att producera råvara till bioplast.

Det finns ett antal initiativ runt om i världen där man infört åtgärder mot plastpåsar. Där har det fattats beslut eller planeras för att förbjuda polyetenpåsar. Det kan också handla om att bionedbrytbara lösningar lyfts fram.

På marknaden finns det flera alternativ om man vill ha en bionedbrytbar plastpåse. Det finns produkter baserade på fossil och förnybar råvara:

- Polylaktid (PLA)
- Polyeten (PE)+ stärkelse
- PE + prooxidanter
- Oljebaserad biopolyester + PLA

Olika applikationer där företag under de senaste 3-4 åren har uttryckt att polyeten från förnybara råvaror har mycket hög prioritet. Detta omfattar olika applikationer:

- Laminat för vätskeförpackningar - Tetra Pak
- Förpackning - Stora Enso
- Hygienprodukter, t.ex. blöjor - Procter & Gamble, SCA
- PE-film, t.ex. film för blöjor, ensilagefilm - Trio Plast
- Återvunnen PE, särskilt High Voltage-kablar - Stena Metall

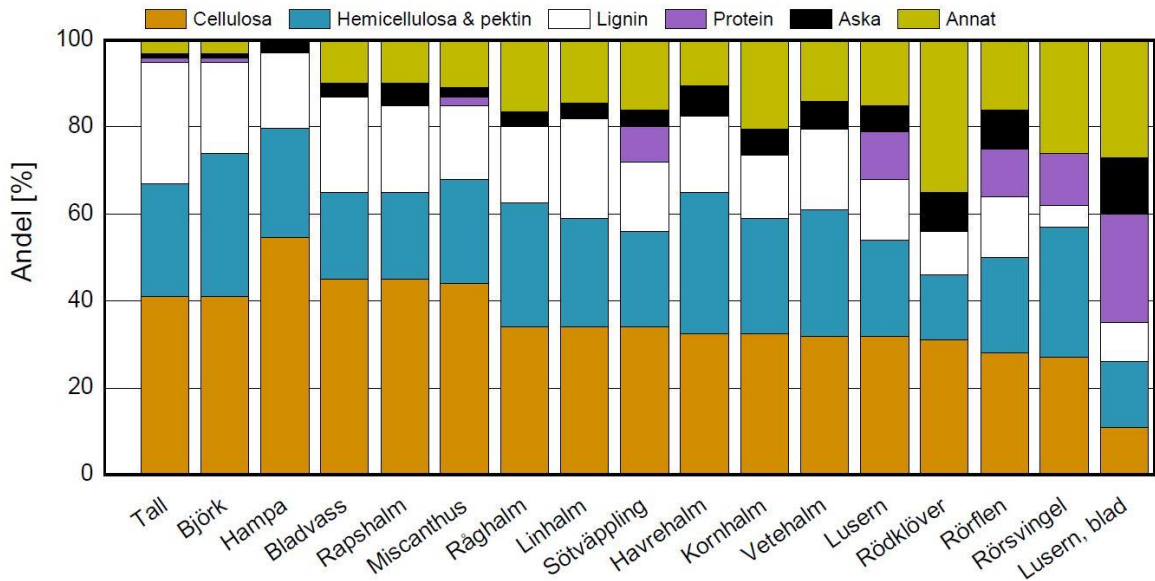
Textilindustrin, i Sverige liksom i resten av världen, möter en framtid med brist på bomull och oljebaserade textilfibrer.

## Kvalitetsparametrar hos olika grödor

Innehållet av exempelvis protein och socker varierar hos de olika grödor som odlas i Sverige, tabell 3 och figur 3.

Tabell 3. Kvalitetsparametrar hos några olika grödor. (Fodertabellen, slu.se)

Gröda	Proteininnehåll, %	Socketinnehåll, g/kg ts
Vete	12	31
Råg	10	70
Korn	12	24
Havre	11	10
Oljevaxter	21	10
Vall	20	
Potatis	9	0
Socketbetor	6	650



Figur 3. Typisk sammansättning av ett urval potentiella fibergrödor i jämförelse med tall och björk. Värden för rörflen avser höstskördad biomassa. (Prade, 2012)

## Möjliga användningsområden, forskning pågår

### *Sockerbeter*

Sockerbeter producerar hemoglobin (Hb). Forskning pågår kring sockerbets-hemoglobinet, möjligheter kring hur det ska kunna fungera som blodersättningsmedel, något som idag är en bristvara. På ett hektar skulle man kunna få fram ett till två ton hemoglobin, något som skulle kunna rädda tusentals människoliv (4health, 2016).

Tekniken att framställa etanol från sockerbeter finns redan, och fabriker som jäser betor till etanol finns i bland annat Frankrike och Tyskland. I Schweiz och Storbritannien planeras anläggningar som helt eller delvis ska använda sockerbeter som etanolråvara. Möjligheterna att utvinna etanol ur sockerbeter utreddes i Sverige redan på 1980-talet, men den gången lades planerna på is. När den första anläggningen för storskalig produktion av etanol från jordbruksgrödor startade (Agroetanol i Norrköping år 2001) satsade man på spannmål. Det behövs betydligt mer betor än spannmål för att framställa en liter etanol: 3 kg spannmål mot 10 kilo sockerbeter. Ser man i stället till arealen är förhållandet det motsatta. Sockerbeter ger mer än dubbelt så mycket etanol per odlad hektar.

Det finns även potential att utnyttja betblasten.

### *Spannmål*

Det finns potential för att använda halm till bioetanol och högvärdiga produkter. Även ur hälsad finns potential att plocka ut värdefulla ämnen.

### *Vall*

På lång sikt finns möjligheter för att använda vallen som en råvara för exempelvis bioplastindustrin.

### ***Rörflen***

Kompositmaterial består av fibrer och plast som håller ihop fibrer och överför laster samt ofta kärnmaterial i lättviktsdesign. I dessa material görs just nu försök med att använda rörflen i fiberdelen av kompositen. I exempelvis Kina finns det kunskap om fiberråvara till komposterbara/biologiska konsumentprodukter, t.ex. muggar, tallrikar etc., där fiber från rörflen skulle kunna användas.

I ett projekt har man testat att tillverka pyrolysolja från rörflen. Pyrolysolja framställd via snabb pyrolys från cellulosabaserad biomassa anses ha stor potential som förnybar energikälla. I jämförelse med fasta biobränslen är oljan mer homogen, pumpbar, har högre energitäthet och lägre askhalt. Pyrolysolja har därmed många potentiella användningsområden som förnybart fordonsbränsle, i förbränningstillämpningar, som fartygsbränsle eller gröna kemikalier. De tester som genomfördes i projektet visade att det fungerar bra att göra pyrolysolja av en askrik råvara som rörflen. (Hushållningssällskapet, 2016)

### ***Hampa***

Hampafibern används redan i dag inom fordonsindustrin, främst i Tyskland där runt 70 000 ton används årligen. I svensk fordonsindustri har man ännu inte fokuserat på biofiber, men ökade miljökrav gör att det troligtvis kommer att efterfrågas stora mängder av fibrer inom kort. Det gör att hampa som gröda åter är intressant. När fibern är frilagd återstår 70 % av grödan, vilken har ett högt energivärde och kan omvandlas till både värme och el. Att elda hela hampväxten har studerats och det är inte lönsamt idag. Endast om man frigör fibern och använder den till en mer högvärdig produkt kan hela hampväxten bli lönsam.

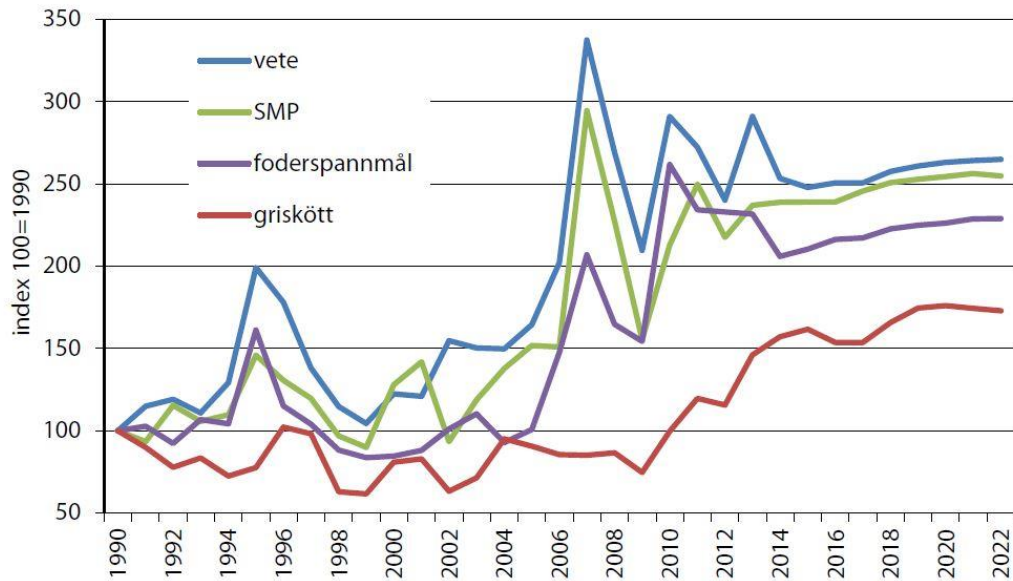
### ***Potatis***

Forskningsprojekt har startats där man vill studera hur genteknik skulle kunna höja innehållet av olja i potatis. Andra grödor som man skulle kunna höja innehållet av olja i är enligt forskarna havre, vete, majs och sockerbetor. Om potatisen bildar en viss mängd olja kan det ge ett högre värde och erbjudan alternativ till andra oljeväxter i växtföljden. En gen som reglerar oljesyntesen i backtrav har förts in i potatis, och då höjt oljeinnehållet med upp till 150 gånger, dock från en från början mycket låg nivå. Den modifierade potatisen har en oljehalt på 1,5 %. (Jordbruksaktuellt, 2016c)

## **Uppskattning av pris till kund**

### ***Generellt prisbilden i lantbruket***

OECD och FAO menar att förutsättningarna för jordbruket har förändrats på ett bestående sätt. Det går inte längre att räkna med att en stadig teknologisk utveckling ska leda till en lika stadig ökning av produktionen, eller att produktionen kan förlita sig på låga priser på olja och energi. Tvärtom är det en stark efterfrågan som driver marknaderna. Produktionen reagerar när priserna förändras. Höga priser leder till ökad produktion och tvärtom.



Figur 4. Prisindex på lång sikt för vissa produkter, 1990-2022, Källa: OECD/FAO Outlook 2013/14-2022/23.

### Spannmål

Mycket av den spannmål som produceras stannar på gårdsnivå eller inom landet för att användas till foder. Av den totala produktionen är det inte mer än 10-12% som kommer ut till försäljning på världsmarknaden. Priserna på världsmarknaden är högre idag än de varit under en stor del av 2000-talet. Enligt OECD/FAO väntas spannmålspriserna sjunka under de närmaste åren i takt med att utbudet ökar som en respons på de senaste årens höga priser. Även på lite längre sikt – 10 år – så räknar organisationerna med att priset på spannmål och oljeväxter kommer att ligga kvar i stort sett oförändrat. Detta gäller om man räknar bort inflationen.

### Oljeväxter

Raps är en ganska dyr gröda att odla med högt kvävebehov och dyr ogräsbekämpning. För att få högt pris på raps räcker det inte bara med att sälja oljan till högt pris utan mjölet som blir kvar efter utvinningen måste avsättas på fodermarknaden till ett bra pris. Uppköpare av svensk raps är i huvudsak AAK som har en crushingfabrik i Karlskrona. Vissa foderindustrier köper in mindre kvantiteter direkt från lantbrukaren. Priset i Sverige är kopplat till priset på Euronext (Matiff) och noteras dagligen.

### Sockerbetor

Priset för betmassatorräme bestäms årligen med utgångspunkt från svenska marknads- och produktionsförutsättningar, med användning av mellan Svenska Betodlarna och Nordzucker fastställd formel.

Noterbart är att många sockerföretag flaggar för en ökad produktion i och med kvoternas avskaffande. Prissättningen av industribetor är marknadsstyrt och beror på vad spannmålsstärkelse eller andra alternativ kostar.

***Vall***

Av den vall som odlas är det bara en liten del som går i handel. Den allra största delen stannar kvar på gårdarna där den används till foder. Marknadspotentialen på vall beror på vilken kunden är, var kunden bor, kvantitet och kvalitet. Högst pris har ensilage i små balar av speciell kvalitet i små leveranser till medvetna hästägare i storstadsområden. Lägst pris har ensilage i storbalar till djurbönder i valldominerande områden. Skördeutfallet har stor betydelse för priset det enskilda året till djurbönder. Blir skördarna bra genom hela odlingssäsongen och det är god tillväxt på betena blir priset lågt. Blir däremot vallskörden låg och det även blir brist på halm ökar priserna rejält i de djurtäta områdena. Priserna till häst och hobbydjur är mer stabila och rör sig mindre mellan åren.

***Hampa***

Produktionskostnaden för hampa är för närvarande hög i jämförelse med andra energigrödor och odlingsbetingelser samt skörd och beredning behöver utvecklas.

***Lin***

Linskörderna 2015 blev bra och därmed steg lönsamheten i odlingen. Inför 2016 är förutsättningarna de samma med ett stabilt linpris.

**Analys**

Det finns stora möjligheter för en omställning till en biobaserad ekonomi och de globala utmaningarna driver på utvecklingen mot en bioekonomi. I princip kan nästan alla industriella material gjorda av fossila resurser rent tekniskt ersättas av sina biobaserade motsvarigheter.

Kemiindustrin är en av de sektorer som kommer att spela en viktig roll inom många av bioekonomins nya marknader, eftersom den tillverkar intermediärer och kemikalier som används vidare inom många olika branscher och som har högt förädlingsvärde.

Det kommer att uppstå stora affärsmöjligheter inom bioteknologi, läkemedel och personal care med avseende på läkemedelsforskning, hälsovård, kosmetika och hudvård o.s.v. som också innehar väldigt höga förädlingsvärden. Marknaden växer mycket på grund av människors vilja att betala extra för förnybart kopplat till dessa produkter.

I volym räknat är biomassa till drivmedel sannolikt den marknad som har störst utvecklingspotential.

Inom förpacknings- och materialindustri finns en växande marknadsandel för både bioplast och förnybara textilfiber.

En stor del av bioekonomin är och kommer fortsättningsvis att bestå av jordbruk och livsmedelsindustri. Här uppstår det hela tiden möjligheter för nya affärsverksamheter.

Utöver detta finns det många andra branscher där biomassa kan stå för en betydande andel av insatsvarorna samt leverantörer, maskintillverkning o.s.v. som behövs för att understödja ovan nämnda branscher.

För att utveckla marknaderna inom bioekonomin behövs arbete med konsument- efterfrågan. En annan del handlar om att få handelsföretag att börja ordentligt titta på hur man ska marknadsföra "biobaserat" så att kunder förstår och är villiga att betala. Offentlig upphandling är ett viktigt verktyg för att utveckla marknaden för biobaserade produkter.

I Sverige har vi mycket bioråvaror i form av skog och land och kompetensen för hur det hanteras. Bland de befintliga traditionella grödorna finns en stor potential. Men potentialen för vår inhemska produktion av oljor, fiber, socker, stärkelse för tekniskt bruk kan stärkas ytterligare. Det handlar bland annat om att hitta avsättning till ett högre pris, ett ökat förädlingsvärde i befintliga grödor. Samtidigt kan arbete parallellt genomföras som syftar till att öka avkastningen av befintliga grödor samt att öka användningen av de restprodukter som uppstår vid odlingen.

På längre sikt finns det också en potential för nya grödor inom bioekonomin. Men det finns idag en osäkerhet kopplat till dessa nya grödor. Endast mindre provodlingar har genomförts i många fall, och i vissa fall med låg avkastning.

## Referenser

- Bioenergiportalen, 2016. <http://www.bioenergiportalen.se/?p=3160&m=1508>
- Börjesson, P., 2016. Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemska biomassa i en växande svensk bioekonomi. Lund: Lund University. Department of Technology and Society. Environmental and Energy Systems Studies.
- de Jong E., Higson A., Walsh P. & Wellisch M., 2012 Bio-based chemicals: Value added products from biorefineries, Report IEA Bioenergy, Task 42.
- Energimyndigheten, 2015. Energiläget 2015. Eskilstuna.
- Flack, M., Stefansdotter, A. & Niemi, M., 2015. Framtidens bioekonomi. Möjligheter och utmaningar för Sverige. Bioinnovation. Copenhagen Economics.
- Gradvis, 2016.  
<http://www.gradvis.se/LinkClick.aspx?fileticket=uxJeCbyLpma%3d&tabid=58>
- Hushållningssällskapet, 2016. <http://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2015/04/861.pdf>
- Jordbruksaktuellt, 2016a. <http://www.ja.se/artikel/46652/delad.html>
- Jordbruksaktuellt, 2016b. <http://www.ja.se/artikel/41471/delad.html>
- Jordbruksaktuellt, 2016c. <http://www.ja.se/artikel/41471/delad.html>
- Jordbruksverket, 2016.  
<https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2013/08/05/odlingen-av-hampa-i-sverige/>
- Jordbruksverket, 2015a. Jordbruksstatistikens sammanställning 2015.
- Jordbruksverket, 2015b. Jordbruksmarkens användning 2015. JO 10 SM 1601.
- Jordbruksverket, 2015b. Normskördar för skördeområden, län och riket 2014. JO 15 SM 1401.

- Jordbruksverket, 2015d. Handbok för odlare av poppel och hybridasp. Persson, P-O, Rytter, L., Johansson, T. & Hjelm, B.
- Jordbruksverket, 2014. Jordbruksmarkens användning 2014. JO 10 SM 1402.
- Jordbruksverket, 2013. Jordbruksmarkens användning 2013. JO 10 SM 1302.
- Kachrimanidou, V., Kopsahelis, N., Alexandri, M., Strati, A., Gardeli, C., Papanikolaou, S., Komaitis, M., Kookos, I. K. & Koutinas, A. A., 2015. Integrated sunflower-based biorefinery for the production of antioxidants, protein isolate and poly(3-hydroxybutyrate). *Industrial Crops and Products* 71 (2015) 106–113.
- Lundström, J., Albiñ, A., Gustafson, G., Bertilsson, J., Rydhmer, L., Magnusson, U., 2008. Lantbrukets djur i en föränderlig miljö – utmaningar och kunskapsbehov. Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap, SLU, och Statens veterinärmedicinska anstalt, Uppsala. [http://pub-epsilon.slu.se:8080/996/01/Lantbrukets\\_djur\\_i\\_en\\_foranderlig\\_miljo\\_090917.pdf](http://pub-epsilon.slu.se:8080/996/01/Lantbrukets_djur_i_en_foranderlig_miljo_090917.pdf)
- Nordic Bioplastic, 2016. [http://www.nordicbioplastic.com/image/files/Renewable\\_resources\\_swe\\_print.pdf](http://www.nordicbioplastic.com/image/files/Renewable_resources_swe_print.pdf)
- Nyteknik, 2016. <http://www.nyteknik.se/automation/har-blir-skrapet-nya-kemikalier-6418222>
- Onlinelibrary, 2016. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcbb.12318/full>
- Palm, E., 2015. Fossilfria kolväten - eten och propen från el, vatten och koldioxid, Examensarbete, Miljö- och energisystem, LTH, Lund.
- Prade, T., 2012. Fiber- och energigrödor som råvara till produktion av dissolvcellulosa och biprodukter. Rapport 2012:28 Agrosystem, SLU Alnarp.
- PNL, 2016, [http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical\\_reports/PNNL-16983.pdf](http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-16983.pdf)
- Skogforsk, 2016. <http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2016/faltresultat-for-hybridasp-och-poppel-bekraftar-dagens-anvandningsrekommendationer/>
- Skogsstyrelsen, 2015. Skog och skogsmark. <http://www.skogsstyrelsen.se/arealer>
- SVEBIO, 2008. Potentialen för bioenergi. SVEBIO, Stockholm.
- Tillväxtanalys, 2016. [https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.2990f6015362484142978bb/1458738509308/pm\\_2016\\_04\\_Tillv%C3%A4xten+i+svensk+life+science-industrin.pdf](https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.2990f6015362484142978bb/1458738509308/pm_2016_04_Tillv%C3%A4xten+i+svensk+life+science-industrin.pdf)
- Ugilt Larsen, S. Pedersen, J., Hinge, J., Kruse Rasmussen, H., Damgaard, C., Jørgensen, U., Lærke, P. E., Trydeman Knudsen, M., De Rosa, M., Hermansen, J. E., Jørgensen, K., Buur Holbeck, H., Løbner, R., Eide, T. & Søndergaard Birkmose, T., 2015. Kortlægning af potentiale og barrierer ved energipil. AgroTech Rapport.
- WEF, 2010. The future of industrial biorefineries.



4health, 2016. <http://4health.se/sockerbetor-ska-faktiskt-anvandas-till-nagot-nyttigare-an-socker>

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Vi är ett tekniskt jordbruksinstitut med tydlig miljö- och energiprofil. Institutets fokus ligger på innovation och utveckling i nära samarbete med företag, organisationer och myndigheter.

På vår webbplats publiceras regelbundet notiser om aktuell forskning och utveckling vid JTI. Gratis mejlutskick av JTI:s nyhetsnotiser kan beställas på [www.jti.se](http://www.jti.se)

På webbplatsen finns publikationer som kan läsas och laddas hem gratis. Se [www.jti.se](http://www.jti.se) under fliken Publicerat.

Vissa publikationer kan beställas i tryckt form. För trycksaksbeställningar, kontakta oss på tfn 010-516 69 00, e-post: [info@jti.se](mailto:info@jti.se)



JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik  
Box 7033, 750 07 Uppsala  
Telefon: 010-516 69 00, Telefax: 018-30 09 56  
E-post: [info@jti.se](mailto:info@jti.se)  
**[www.jti.se](http://www.jti.se)**