



551 82 Jönköping

Beslut

2024-07-05

Diarienummer

4.6.18-05457/2024

Umeå Plant Science Centre
Sveriges lantbruksuniversitet
901 83 Umeå

Växt- och kontrollavdelningen
Erik Axelsson

Avsiktlig utsättning av genetisk modifierad asp och hybridasp i miljön

Jordbruksverkets beslut

Jordbruksverket ger Umeå Plant Science Centre, Sveriges lantbruksuniversitet, tillstånd att genomföra avsiktlig utsättning i miljön (fältförsök) med genetiskt modifierad asp och hybridasp med de ansökta modifieringarna. Detta tillstånd gäller till och med den 31 augusti 2029.

Villkor för beslutet

Ni ska följa det ni har åtagit er att genomföra i ansökan. Utöver det ska ni följa nedanstående villkor.

1. Ni ska varje år som försöket pågår skriftligen informera den berörda kommunen om försöket. En kopia av informationen ska ha kommit in till Jordbruksverket senast den 15 mars varje år med undantag för första året då detta ska ha inkommit till oss före utplantering.
2. En kopia av de skriftliga instruktioner som ni ska ge försöksutförarna ska ha kommit in till Jordbruksverket före utplantering. Ni ska även skicka oss en kopia av instruktionerna om ni ändrar i dem.
3. Inom en vecka, efter utplantering av de genetiskt modifierade träden i fält, ska uppgifter om försöksytans faktiska storlek och utplanteringsdatum, samt kartor som anger försökets exakta läge, ha kommit in till Jordbruksverket. Ni ska även koordinatsätta försöksytan med GPS, alternativt mäta ut den i förhållande till fasta punkter i landskapet, så att den är möjlig att hitta, även efter att försöket har avslutats.
4. Om Jordbruksverket begär det ska ni tillhandahålla en karta eller motsvarande över försöksytan, där det framgår var enskilda transgena, respektive vildtypsträd är planterade.
5. Om ni under försöket påträffar blomanlag på asparna eller hybridasparna ska ni utan dröjsmål destruera samtliga grenar på träd med blomknoppar. Destruktionen ska inledas med de grenar som bär blomanlag. Ni ska snarast rapportera fyndet till Jordbruksverket. Inom 10 dagar efter upptäckten av

blomanlagen ska samtliga grenar på övriga träd i försöket som bär på samma genkonstruktion som de träd på vilka blomanlag påträffats också destrueras. Senast den 1 december samma år ska stammarna på alla träd med denna genkonstruktion vara borttagna och destruktionsavrotsystemen ha påbörjats.

6. Senast den 31 december varje år som försök genomförs ska ni lämna in en rapport till Jordbruksverket. Rapporteringsformuläret som ni ska använda finns på Jordbruksverkets webbplats. Det sista årets rapport ska vara en slutrapport i samma formulär.
7. Efter att försöket har avslutats ska ni senast den 31 december varje år lämna in en rapport till oss om övervakningen av rotskott så länge övervakningen pågår. Rapporten om rotskott behöver inte lämnas i ett särskilt formulär.

Beskrivning av ärendet

Den 4 april 2024 ansökte ni om tillstånd för att utföra fältförsök med genetiskt modifierad asp (*Populus tremula*) och hybridasp (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) under åren 2024 till 2029. Ansökan omfattar:

- Asp med förändrad stärkelsemetabolism. Paraloger av tre egenskapsgener som är inblandade i inlagring, respektive användning av stärkelse, har slagits ut med tre olika konstruktioner. Konstruktionerna testas för att förstå hur växter lagrar koldioxid som stärkelse och hur detta energilager påverkar växternas tillväxt.
- Hybridasp med förändrad fotosyntes. Homologer eller paraloger av sex egenskapsgener inblandade i skyddet mot höga och fluktuerande ljusintensiteter har slagits ut med sex olika konstruktioner. Ytterligare en konstruktion leder till överuttryck av tre av egenskapsgenerna i samma hybridaspelinje. Syftet med försöken är att förstå hur växter anpassar fotosyntesen till varierande ljusintensiteter för att i framtiden kunna ta fram växter med större biomassetillväxt.
- Hybridasp med förändrad sekundär cellväggssammansättning. Fem konstruktioner med sammanlagt tre olika egenskapsgener under kontroll av olika promotorer har införts i hybridaspens arvs massa. I en av konstruktionerna har egenskapsgenen dessutom försetts med tre aminosyraförändringar via kemisk mutagenes. Försöken syftar till att ta fram träd vars ved innehåller lignin som är lättare att bryta ner, vilket skulle göra tillverkning av biobränslen och andra kemikalier från vedbiomassa mindre energi- och kemikaliekrävande.

Fältförsöket kommer att genomföras på Sveriges lantbruksuniversitets försöksstation Alnarp, i Lomma kommun, på en yta som inte överstiger 1,5 hektar. Avhärdning av träden inför utplantering, kommer att ske i Umeå universitets trädgård, i Umeå kommun, och omfatta maximalt 20 m².

Era föreslagna skyddsåtgärder

Utifrån den riskbedömning som ni har gjort har ni föreslagit en rad förebyggande skyddsåtgärder. De viktigaste skyddsåtgärderna redovisas här:

- Försöksområdet är inhägnat med ett ca 2 meter högt stängsel till skydd mot vilt och för att tydligt markera försöksytan för utomstående. Stängslet står minst 10 meter från försöksplantorna och stängselgrinden hålls låst.
- Maskiner och redskap, t.ex. harv och fräs, som används vid ogräsbekämpning och markbearbetning kommer att inspekteras och rengöras vid behov på försöksplatsen efter körning.
- Träden kommer inte tillåtas att blomma. Inspektion av blomanlag hos försöksplantorna kommer att göras en gång i månaden under februari t.o.m. september under försökstiden. Skulle en antydning till svällda knoppar noteras på någon planta plockas knopparna och öppnas för att se om de utvecklar blad eller blommor. Skulle det visa sig att det är blomanlag, destrueras samtliga grenar med blomknoppar utan dröjsmål.
- En zon om minst 10 meter runt försöksytan hålls oplanterad och vegetationen i zonen hålls ner. Undantag görs för andra försök med genetiskt modifierad asp eller poppel som kan sättas ut i direkt anslutning till ett pågående fältförsök med genmodifierade *Populus*-arter.
- Om rotskott från försöksplantorna börjar närma sig utkanten av den omgivande 10-meterszonen ska rotskottet avdödas. Rotskott inom den planterade försöksytan hålls tillbaka för att destrueras med försöksplantorna när försöket avslutas. Inom försöksytan och i den omgivande 10-meterszonen kontrolleras förekomst av rotskott en gång i månaden under maj t.o.m. september.
- I en omgivande zon om 25 meter från asparna och hybridasporna kommer förekomst av vild asp och poppel att kontrolleras för att minska risken för att rotskott tar sig in i försöket. Om vild asp eller poppel påträffas inom zonen kommer de att avdödas genom kemisk behandling. Större träd kommer först att ringbarkas för att minska vitaliteten innan de avverkas. I det fall ett angränsande fältförsök med genetiskt modifierade *Populus*-arter ligger inom 25-meterszonen undantas sådana försöksplantor från avdödning.
- När försöket avslutas kommer växtmaterialet att huggas ned. Stubbar och rotsystem kommer att elimineras med maskin, dras upp eller avdödas kemiskt och destrueras på plats. Det gäller även för växtmaterial som behöver destrueras under försöksperioden.
- Efter försöket kommer försöksytan och en omgivande zon om minst 10 meter att övervakas och rotskott bekämpas. Rotskottsbekämpning görs kemiskt eller mekaniskt. Övervakningen kommer att pågå i minst 3 år, eller 3 år efter att senaste rotskottet har hittats. Ytan kommer att inspekteras två gånger per säsong tills dess att inga rotskott noteras under en sammantagen period om 3

säsonger. Om ett nytt fältförsök med genetiskt modifierade populus-arter utförs på samma plats kan övervakning inte utföras förrän det försöket avslutas. Bekämpningen av rotskott kommer i sådant fall att utföras i enlighet med villkor i beslut för det försöket.

Inkomna synpunkter

Jordbruksverket har remitterat ansökan för att få ett brett underlag till vår riskbedömning.

Lantbrukarnas riksförbund, Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen, Svenska Naturskyddsföreningen och Uppsala universitet har inte yttrat sig.

Gentekniknämnden bedömer att fältförsöket kan ge värdefulla kunskaper samtidigt som risker för hälsa eller miljö är försumbara. Nämnden har utifrån sitt uppdrag inga invändningar mot att försöket genomförs. Nämnden konstaterar också att de flesta genetiska modifieringarna inte väntas ge träden konkurrensfördelar, men att VPZ-överuttryckarens effektivare fotosyntes möjligen kan ge ökad tillväxt och i och med det en konkurrensfördel. Gentekniknämnden menar dock att en sådan fördel inte torde ge en ökad spridningsrisk under fältförsöksförhållanden.

Stockholms universitet anser att ansökan har såväl en grundlig riskbedömning, som lämpliga förfaranden för att säkerställa att fältförsöket kommer att genomföras under säkra förhållanden. De testade genetiska modifieringarna, vilket innefattar både förlust eller ökning av funktion, har redan i asp och andra arter, visat sig ha en begränsad inverkan på den omgivande miljön, ekosystemen och människors hälsa. Den begränsade tidsperioden förhindrar all risk för frö- eller pollenbildning. I tillägg till detta övervakas dessutom blommans utseende samt avlägsnas vid behov. Likaså rotskott. Med denna ordning ser Stockholms universitet inga större risker med det föreslagna fältförsöket när det gäller utsättning av genetiskt modifierade organismer i miljön.

Berörda myndigheter i EU

Myndigheter i EU:s medlemsstater har enligt artikel 11.2 i Europaparlamentets och rådets direktiv 2001/18/EG om avsiktlig utsättning av genetiskt modifierade organismer i miljön och om upphävande av rådets direktiv 90/220/EEG fått möjlighet att yttra sig över en sammanfattning av ansökan. Inga synpunkter har lämnats.

Yttrande om förslag till beslut

Naturvårdsverket och Gentekniknämnden har också fått tillfälle att yttra sig över ett förslag till beslut i enlighet med 2 kap. 11 § förordningen (2002:1086) om utsättning av genetiskt modifierade organismer i miljön.

Gentekniknämnden avstår från att yttra sig. Naturvårdsverket har inte yttrat sig.

Motivering

Sammantagen bedömning

Vid en sammantagen bedömning anser Jordbruksverket att fältförsöket är säkert för människors hälsa och miljön, är etiskt försvarbart samt uppfyller övriga krav.

Vi anser att ni har lämnat en riskbedömning som är rimlig.

Vi anser att vi kan lämna tillstånd för verksamheten.

Jordbruksverkets miljöriskbedömning

Egenskaperna

Totalt omfattar ansökan 15 konstruktioner. Modifieringarna har gjorts genom Agrobacterium-medierad transformation. Nio av konstruktionerna syftar till att slå ut aspens eller hybridaspens egna gener genom överföring av CRISPR-guide-RNA och *cas9*. I dessa linjer har *cas9* lämnats kvar i trädens genom. Övriga konstruktioner innehåller en eller flera gener från backtrav eller kinesisk kvanne under kontroll av promotorer från backtrav eller jättepoppel. För selektion av transformerade celler har generna *nptII* och *hpt* eller *bar* överförts. De kodar för resistens mot antibiotikumen kanamycin, hygromycin, respektive tolerans mot herbicider med glufosinat-ammonium.

Stärkelsemetabolism

Växter lagrar koldioxid, CO₂, och energi i form av stärkelse, för att t.ex. kunna upprätthålla metabolismen under natten när fotosyntesen inte är verksam. En av genkonstruktionerna påverkar trädens förmåga att bilda stärkelse genom att aspens båda *pgm*-gener har slagits ut med CRISPR/cas9. *pgm* kodar för fosfoglukomutas som underlättar omvandlingen av glukos-6-fosfat till glukos-1-fosfat, vilket är ett viktigt steg vid syntes av stärkelse. Utslagning av generna leder till 30 % reducerat CO₂ upptag, men träden verkar trots det ha normal tillväxt, veddensitet och vedsammansättning.

Två konstruktioner syftar till att påverka trädens förmåga att använda redan inlagrad energi i stärkelse. Stärkelse lagras i växten i små korn i en svåråtkomlig, semikristallin form. I en av konstruktionerna har CRISPR/cas9 använts för att slå ut de båda *sexI* generna i asp. Generna kodar för ett enzym som fosforylerar de stärkelsekomponenter som kallas glukaner så att de blir lösliga och åtkomliga för stärkelsenedbrytande enzym. Backtrav utan fungerande *sexI* har 3-7 gånger högre stärkelseinnehåll än vildtypsplantor och mycket lågt glukos-6-fosfat. Det indikerar att växten inte kan tillgodogöra sig energi lagrad i stärkelse. Backtravsmutanterna växer långsammare och tål köld sämre än vildtypsplantor.

För att bryta bindingarna i stärkelsemolekylen måste de fosforylerade glukoserna defosforyleras igen. Genen *sex4* kodar för fosfoglukos fosfatas som tar bort fosfatgrupperna från stärkelsemolekylen. Aspens båda *sex4*-gener har slagits ut med hjälp av den andra konstruktionen. Backtrav som saknar *sex4* bryter inte ner stärkelse under natten, istället ansamlas stärkelsen gradvis i bladen i takt med att det åldras. Backtravsmutanterna är mindre än vildtypsplantor. Träd utan funktionella *sex1*-, respektive *sex4* gener torde vara sämre på att nyttja inlagrad stärkelse.

Fotosyntesen

Fotosyntesens första steg, när ljus fångas och omvandlas till kemisk energi, äger rum i två proteinkomplex som kallas fotosystem 1 (PSI) och 2 (PSII). PSII är optimerat för att fånga rött ljus, medan PSI fångar mer långvågigt rött ljus. Båda systemen består av komplex av antennproteiner (LHCI respektive LHCII), där merparten av fotonerna fångas, och ett reaktionscentra, där omvandlingen till kemisk energi sker. I en konstruktion har CRISPR/cas9 använts för att slå ut båda de genkopior som kodar för klorofyll a oxygenas (*cao1/cao2*) i hybridasp. Detta enzym är viktigt vid syntesen av klorofyll b. Utan klorofyll b kan antennproteinerna inte sättas samman och därmed blir fotosyntesen begränsad. Backtrav utan fungerande klorofyll a oxygenas får blekgrönt utseende, mindre klorofyllinnehåll, sämre fotosyntes och växer sämre vid begränsad ljusstillgång än vildtypsplantor.

Utöver klorofyll a och klorofyll b, består LHCII bland annat av trimerer av proteinerna Lhcb1, Lhcb2 och Lhcb3. Ett enzym (STN7) fosforylerar Lhcb1 och Lhcb2 och beroende på fosforyleringsstatus hos dessa protein kan LHCII förflyttas mellan PSI och PSII. STN7:s aktivitet styrs av vilka våglängder och intensiteter det inkommande ljuset har. Växter kan därmed snabbt anpassa sig till varierande ljusförhållanden så att fotosyntesens effektivitet kan optimeras. I en konstruktion har CRISPR/cas9 använts för att slå ut *stn7* i hybridasp. Backtrav utan *stn7* växer sämre än vildtypsplantor.

När växter absorberar mer ljus än de kan använda i fotosyntesen bildas syreradikaler som kan skada växternas kloroplaster. För att skydda sig kan växter avleda inkommen överskottsenergi till värmeproduktion istället för att låta den bidra till fotosyntesen, s.k. icke-fotokemisk energiupptagning eller NPQ. I en konstruktion har *psbs*, som kodar för en av komponenterna i detta system slagits ut. I växter utan PsbS induceras NPQ långsamt, vilket ger mindre effektiv användning av inkommande strålning under höga och fluktuerande ljusförhållanden.

En annan komponent av NPQ utgörs av den så kallade xantofyllcykeln. Mekanismen är reversibel och när ljusinsläppet minskar, som t.ex. då solen går i moln, avtar NPQ och växten använder åter mer av ljusenergin till fotosyntesen. I två olika konstruktioner har katalyserande enzymer, VDE respektive ZEP, i denna

cykel slagits ut. VDE-mutanter får kraftigt reducerat skydd mot höga ljusintensiteter medan ZEP-mutanter avleder ljusenergi som värme även under låga ljusintensiteter.

I en annan modifiering överuttrycks istället fotosyntesgenerna *vde*, *zep* och *psbs*. Det höga PsbS-uttrycket borde ge lägre risk för ljusstress vid höga ljusintensiteter. Förhöjda nivåer av ZEP och VDE borde resultera i ett snabbare svar på skiftande ljusförhållanden. Sammantaget bör fotosyntesen hos hybridasp med denna konstruktion vara mer effektiv än hos vildtypsplantor. Tobaksplantor som har försetts med samma förändringar uppvisar högre koldioxidupptag och 15 % ökad torrsubstansproduktion vid fluktuerande ljusförhållanden jämfört med vildtypstobak.

I en annan konstruktion har CRISPR/cas9 använts för att slå ut *pgr5*-genen i hybridasp. PGR5 bidrar till att skydda fotosystem I från fotoinhibering vid höga ljusintensiteter. Fröplantor av backtrav som saknar *pgr5* överlever inte om de utsätts för fluktuerande ljusförhållanden.

Sekundär cellväggssammansättning

Ved består huvudsakligen av cellulosa, hemicellulosa och lignin. Via en konstruktion har hybridasp försetts med en extra kopia av *cals3*-genen under kontroll av den cellväggsspecifika IRXA-promotorn. Båda sekvenserna kommer från backtrav. *cals3* kodar för kallos syntas 3 som syntetiserar kallos. Det är en polysackarid som liknar cellulosa, men som har andra kemiska och fysiska egenskaper och som normalt endast återfinns i specialiserade strukturer i cellväggen. Den införda genen har dessutom tre punktmutationer och benämns därför *cals3m*. Mutationerna leder till ökad ansamling av kallos i cellväggen, speciellt vid de kanaler, så kallade plasmodermata, som finns mellan grannceller. Ökad kalloshalt ger lignin som är lättare att bryta ner, vilket förmodas kunna underlätta tillverkning av t.ex. biobränslen. Tidigare försök har bekräftat att vedvävnad hos hybridasp och backtrav med *cals3m* har minskad öppning i plasmodermatan vilket minskar intracellulära transporter. Det ger problem med korrekt tilldelning av cellidentitet under xylemets, dvs vedens cellers, utveckling. Tidigare försök har också visat att de enskilda *cals3* mutanterna hade kortare rötter än vildtypsplantor. Ökad kalloshalt förväntas också bidra också till ökad motståndskraft mot vissa patogener.

Lignin bidrar till att ge vedbiomassa mekanisk styrka. Vid tillverkning av pappersmassa påverkar lignin dock massakvaliteten negativt och därför löses ligninet ut i en energi- och kemikaliekrävande process. Lignin hämmar också utbytet av cellulosa vid biobränsletillverkning från ved. Lignin byggs upp av olika monolignoler, huvudsakligen H-, G- och S-monolignoler. I vissa växter kan monolignoler modifieras med feruloyl-CoA till ett monolignol-ferulate-konjugat. När dessa byggs in i den framväxande ligninpolymneren ger det upphov till

kemiskt instabila esterbindningar som gör ligninet lättare att bryta ner. I en konstruktion introduceras *fmt*-genen från kinesisk kvanne under kontroll av en xylem-specifik (för uttryck i ved) asppromotor till hybridasp. I en annan konstruktion introduceras samma gen under kontroll av en vedspecifik backtravspromotor. *fmt* kodar för enzymet feruloyl-coenzyme A som katalyserar syntesen av monolignol ferulat konjugat. Många andra växter, inklusive vete, majs, ris och hirs inkorporerar monolignol ferulate i sitt lignin.

Till sist har en extra kopia av *f5h* genen från backtrav förts in till hybridasp via två olika konstruktioner. I den ena regleras *f5h* av en xylem-specifik asppromotor och i den andra en vedspecifik backtravspromotor. F5H är involverad i syntesen av S-monolignol och ett ökat uttryck av genen förväntas leda till en ökad kvot av S-, i förhållande till G-monolignol. Skillnaden i kvot förväntas göra ligninet lättare att bearbeta industriellt. Inga tydliga fenotypskillnader mellan modifierade hybridasp- och vildtypsasp-observerades vid växthusförsök.

Risk för spridning

Hybridasp är en korsning mellan asp (*Populus tremula*) och nordamerikansk asp (*Populus tremuloides*). Nordamerikansk asp anses inte förekomma i Sverige. Asp är ett inhemskt träd som finns i hela landet och i flera olika ekotyper. Arten har mycket god spridningsförmåga och pollen och frön sprids med vind. Asp blommar i Sverige under perioden mars i söder till i början av juni i norr, och första blomningen sker normalt vid en ålder av 8-20 år. Aspen kan också sprida sig med rotskott.

Konventionell hybridasp har odlats i Sverige i över 80 år. Hybridasp har stor förmåga att hybridisera med inhemsk asp.

Den hybridaspklon som används i fältförsöket, T89, har odlats i fältförsök i södra Sverige sedan 2009. T89 är troligtvis en hanklon och kan alltså sprida pollen. Vid två tillfällen har fältförsök med T89 burit blomanlag och de plantorna var yngre än 8 år. Båda dessa tillfällen inträffade efter mycket torra somrar och utveckling av blomanlag påskyndades därför sannolikt av torkstress. Jordmånen i Alnarp är dock lerhaltig och mindre sandig än på tidigare försöksplatser. Därför bedömer Jordbruksverket att risken för akut torkstress och tidig blomning är mindre nu jämfört med tidigare försök.

Om hybridasparna i fältförsöket skulle blomma, bedömer Jordbruksverket att det finns en stor risk för korspollinering med, och därmed spridning av de modifierade anlagen till annan odlad hybridasp och vanlig asp. För att hantera denna risk har ni föreslagit, att ni utan dröjsmål, ska destruera samtliga grenar med blomknoppar om sådana knoppanlag påträffas. Jordbruksverket bedömer att om ett eller några träd har producerat blomanlag, så är sannolikheten hög för att resterande grenar på samma träd samt övriga träd med samma genkonstruktion också har det. Vi skärper därför hanteringen av en sådan situation genom villkor 5, enligt vilket ni först utan

dröjsmål ska destruera de grenar som har blomanlag och sedan resterande grenar på samma träd, samt snarast rapportera fyndet till Jordbruksverket. I nästa steg ska samtliga grenar destrueras på övriga träd i försöket som bär på samma genkonstruktion som de träd på vilka blomanlag påträffats. Detta ska utföras inom 10 dagar efter upptäckten av blomanlagen. För att minska risken ytterligare inför nästkommande år, ställer vi också villkor att stammarna ska vara borttagna senast den 1 december samma år.

Risk för vegetativ spridning hanteras genom övervakning och borttagning av rotskott i en 10 meter bred, oplanterad zon runt om fältförsöket.

Risk för ökad konkurrensförmåga

Nio av de 15 genkonstruktionerna i ansökan orsakar utslagning av gener. Viktiga delar av trädens stärkelsemetabolism eller fotosyntes störs, vilket borde påverka konkurrenskraften negativt. Antagandet styrks av observationer hos motsvarande backtravsmutanter där individer som saknar *zep*, *stn*, *cao1/cao2*, *sex4* eller *sex1* växer sämre än vildtypsplantor och där fröplantor utan *pgr5* inte överlever förhållanden med varierande ljusintensitet. Avsaknad av förmåga att lagra energi som stärkelse i *pgm*-mutanten ger tillsynes ingen effekt på populusarters tillväxt, men borde rimligen påverka trädets långsiktiga överlevnad under varierande miljöbetingelser. Det försämrade skyddet mot höga och fluktuerande ljusintensiteter hos *psbs*- och *vde*-mutanterna borde också leda till en konkurrensnackdel.

Den gen (*fmt*) som kodar för feruloyl-coenzyme A och som här överförs från kinesisk kvanne till hybridasp verkar vara ny för populussläktet. Trots det verkar populusarter naturligt skapa låga nivåer av monolignol ferulate konjugater som inkorporeras i lignin. Lignin med esterbindningar finns alltså troligen redan naturligt i populusarter. En annan hybrid av asp *Populus alba* x *Populus grandidentata* med samma *fmt*-konstruktion har tidigare visats tillväxa i samma takt som vildtypsträd. Träd med mindre beständigt lignin skulle möjligen kunna vara strukturellt försvagade eller utsättas för mer angrepp av vedlevande organismer. Samtidigt är växter som naturligt inkorporerar monolignol ferulat i lignin vanliga. Det verkar därmed osannolikt att det modifierade ligninet skulle påverka växters konkurrensförmåga påtagligt, varken negativt eller positivt.

Den andra genen (*f5h*) som tillförts hybridasparna för att påverka ligninet existerar redan naturligt i aspgenomet, men den extra kopia av genen som förs över kommer från backtrav. Det är dock osannolikt att backtravsvarianten av *f5h* tillför trädets radikalt förändrade egenskaper som hybridaspens *f5h* inte redan har. Förhöjt *f5h*-uttryck förväntas leda till ökad andel S-monolignol i ligninet på bekostnad av G-varianten. Eftersom ligninets S:G-kvot varierar naturligt i asppopulationen är det troligt att träd med liknande vedegenskaper redan existerar i naturen. Träd med mer lättnedbrytbart lignin skulle eventuellt kunna bli mer utsatta för angrepp från

vedlevande organismer, vilket i så fall borde påverka deras långsiktiga överlevnadschanser negativt.

Den ökade mängden kallos som *cals3m* orsakar i cellväggen skulle kunna ge träd större motståndskraft mot vissa patogener. Men å andra sidan påverkar egenskapsgenen den normala utvecklingen av xylemet negativt och mutationerna som introducerats i *cals3* leder till minskad rottillväxt. Sammantaget är det därför inte troligt att *cals3m* skulle leda till någon generell konkurrensfördel.

Överuttryck av *vde*, *zep* och *psbS* skulle kunna förse hybridasp med en effektivare fotosyntes och därmed en konkurrensfördel. Tobaksplantor som har försetts med samma förändringar tar upp mer koldioxid och växer bättre än vildtypstobak när ljusförhållandena fluktuerar. De egenskapsgener som tillförts hybridasparna är dock inte helt nya, utan homologa kopior existerar redan naturligt i genomet. Dessutom finns det redan en stor variation i nivåer av uttryck av aspens gener i naturliga populationer. Det gör att de linjer, inklusive denna, som har konstruktioner som medför ett förändrat uttrycksmönster av gener som redan existerar i aspens eget genom tillför något som inte alls, eller bara till viss del är nytt i naturliga populationer. Mutationer som resulterar i förändrade uttrycksmönster kan även ske i naturen. Skulle det vara så att ett förändrat uttrycksmönster av de tre fotosyntesgenerna gav en stor konkurrensfördel sett till aspens hela livscykel, borde rimligen ett sådant uttrycksmönster redan dominera i naturliga populationer. Detta resonemang innebär att de risker som har identifierats för dessa linjer blir betydligt mindre när man tar hänsyn till naturlig variation i genuttryck och lättheten för mutationer att ske i naturliga bestånd av asp. Det är vidare sannolikt att de konkurrensfördelar som kommer genom modifieringarna även ger konkurrensnackdelar på annat vis.

Effekter på målorganismer

Träden har modifierats för ändrad fotosyntes, stärkelsemetabolism och cellväggssammansättning. Modifieringarna syftar inte till att ha en effekt på målorganismer.

Effekter på icke-målorganismer

Ökad kalloshalt bidrar till ökad motståndskraft mot patogener, vilket skulle kunna påverka organismer som angriper hybridasparna. Det handlar dock om en ökning av en substans som redan finns i hybridasparna och inte om någon ny substans. Sannolikt finns det en variation av nivåerna av kallos i naturliga populationer av asp. Skulle det ändå bli en effekt på icke-målorganismer på grund av modifieringen så är en sådan effekt begränsad i tid och rum till detta försök. Ett lignin som är lättare att bryta ner skulle kunna påverka vedlevande organismer positivt.

Interaktion med den abiotiska miljön

De proteiner som eventuellt tillförs den abiotiska miljön genom fältförsöket förekommer naturligt i marken i viss utsträckning. Proteiner som tillförs marken bryts vanligen ned relativt snabbt. Det finns således inget skäl att anta att den genetiskt modifierade aspen eller hybrid Aspen kommer att ha någon annan inverkan på biogeokemiska processer direkt, eller indirekt via nedbrytande organismer, än annan asp och hybridasp.

Effekter av uttryck av selektionsgener och markörer

Vid transformering av asp och hybridasp har antibiotika- och herbicidresistens använts som selektionsmarkörer. Jordbruksverket bedömer att selektionsmarkörerna är säkra att använda i försöksverksamhet ur miljö- och hälsosynpunkt. Generna och de produkter som produceras av generna innebär ingen konkurrensfördel eftersom de ämnen de ger resistens mot inte är begränsande faktorer för växter i någon naturlig miljö. Det finns heller inga herbicider med glufosinatummonium som är godkända att använda som växtskyddsmedel inom EU.

Genöverföring från växter till bakterier, s.k. horisontell genöverföring, är ett fenomen som är extremt ovanligt om det överhuvud taget sker under naturliga förhållanden. Även om frekvensen för horisontell genöverföring skulle vara mycket högre än vad man vet idag, skulle fältförsöket inte kunna vara annat än en mycket liten källa för bakteriepopulationerna för gener som ger resistens mot hygromycin, kanamycin och glufosinat. Med tanke på att alla selektionsmarkörerna har isolerats från bakterier och att bakterier och andra mikroorganismer med sådan resistens förekommer naturligt, torde det eventuella bidrag som horisontell genöverföring skulle kunna ge till poolen av mikroorganismer vara försumbart.

Effekter på människors hälsa

Fältförsöket omfattar odling och hantering av asp- och hybridaspplantorna. Ingen del kommer att användas som foder eller livsmedel. Plantorna kommer inte att blomma, så de kommer inte att producera något pollen. Det är endast i samband med skötseln av växterna som en eventuell och begränsad exponering för människor kommer att ske. Det saknas skäl att misstänka att egenskaperna som följer av de genetiska modifieringarna kan medföra negativa hälsoeffekter vid hantering av växtmaterialet.

Slutsatser av miljöriskbedömningen

Jordbruksverket bedömer att de föreslagna skyddsåtgärderna med de ytterligare krav på försiktighetsåtgärder som vi ställer, och den teknik som används är tillräckliga för att förhindra omedelbara eller fördröjda, direkta eller indirekta negativa effekter på människors hälsa eller miljön.

Övrig bedömning

Miljöbalkens hänsynsregler

Ni har mångårig erfarenhet av försöksverksamhet med genetiskt modifierade växter. I ansökan finns information som visar att er kunskap om den genetiskt modifierade växten är tillräcklig. Försöksupplägg och föreslagna skyddsåtgärder visar också på en insikt i den potentiella miljöpåverkan som kan föreligga med verksamheten. Vi bedömer att ni uppfyller kunskapskravet.

Vi bedömer att försöksupplägg och föreslagna riskhanteringsåtgärder, tillsammans med villkoren i detta beslut, innebär att bästa möjliga teknik används vid försöket.

Försöket kommer att utföras i ett jordbruksområde, på sedan länge uppodlade fält. Uppsättning av stängsel runt försöket följer de försiktighetsåtgärder på platsen som SLU Alnarp är skyldiga att vidta till skydd för naturmiljön. Jordbruksverket bedömer att valet av försöksplats inte innebär att verksamheten medför någon olägenhet för människors hälsa eller miljön.

Gentekniknämndens etiska bedömning

Det aktuella fältförsöket kan ge värdefull kunskap om trädens fysiologi och vedbildning. Det kan ha betydelse för framtida förädling av träd med ändrade egenskaper för applikationer till exempel inom pappersmassaindustri och biodrivmedelsproduktion. Gentekniknämnden bedömer att risken för att de genetiskt modifierade asparna eller hybridasparna ska orsaka påverkan och skador på miljön är försumbar. Även risken att de ska utgöra en risk för människors eller djurs hälsa är försumbar.

Jordbruksverkets etiska bedömning

När det gäller etiska aspekter anser Jordbruksverket att endast de som rör den ansökta verksamheten ska bedömas. De etiska överväganden som görs i det här beslutet berör därmed bara fältförsöket i fråga.

Ett enskilt fältförsöks allmännyttiga värde handlar vanligen i första hand om kunskapsinsamlande och utveckling av handlingsalternativ för jord- eller skogsbruket. Fältförsöket har möjlighet att öka kunskapen om hur växter lagrar koldioxid som stärkelse och anpassar sin fotosyntes till fluktuerande ljusintensiteter. Fältförsöket kan också öka vår förståelse för hur växters cellväggssammansättning påverkar tillväxt och överlevnad. Ökad förståelse av trädens kolinlagring är viktig för att exempelvis bättre uppskatta trädens förmåga att lagra in fossila koldioxidutsläpp. Kunskap om fotosyntesen skulle i förlängningen kunna leda till förädling av växter med ökad biomassaproduktion. Träd med mer lättnedbrytbart lignin kan göra tillverkning av biobränslen och andra

kemikalier från vedbiomassa mindre energi- och kemikaliekrävande. Sammantaget innebär fältförsöket samhällsnytta.

Jordbruksverket kan inte se att närvaron av de införda, eller ändrade DNA-sekvenserna, eller egenskaperna som uttrycks vid den sökta användningen skulle kunna uppfattas som stötande eller stridande mot god sed och allmän ordning. Jordbruksverket kan inte heller se att fältförsöket nämnbart skulle kunna påverka andra etiska aspekter negativt.

Slutsatser övrig bedömning

Vi bedömer att miljöbalkens hänsynsregler är uppfyllda. Jordbruksverket har identifierat samhällsnytta med fältförsöket och har inte kunnat identifiera några särskilda etiska aspekter som talar emot ett godkännande av ansökan.

Tillämpliga bestämmelser

Enligt 2 kap. 2 § miljöbalken ska alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skaffa sig den kunskap som behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning för att skydda människors hälsa och miljön mot skada eller olägenhet.

Enligt 2 kap. 3 § miljöbalken ska alla utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. I samma syfte ska vid yrkesmässig verksamhet användas bästa möjliga teknik.

Av 2 kap. 6 § miljöbalken framgår att för verksamhet som tar i anspråk ett markområde ska sådan plats väljas så att ändamålet kan uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön.

Av 2 kap. 7 § miljöbalken framgår att kraven i 2 kap. 2-5 §§ och 6 § första stycket gäller i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. Vid denna bedömning ska särskilt beaktas nyttan av skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått jämfört med kostnaderna för sådana åtgärder. Av förarbetena till miljöbalken (prop. 1997/98:45, del 1 s. 231 f.) följer att hänsynsreglerna i miljöbalken ska tillämpas så att inte orimliga krav ställs på verksamhetsutövaren med hänsyn till den effekt som skyddsåtgärderna och försiktighetsmåten kommer att ha på miljön och kostnaderna för dessa åtgärder. Vidare anges att någonstans går en gräns där marginalnyttan för miljön inte uppväger de kostnader som läggs ned på försiktighetsmåten. Detta gäller oavsett vilken verksamhet det rör sig om.

Enligt 13 kap. 8 § miljöbalken ska avsiktlig utsättning av genetiskt modifierade organismer föregås av en utredning, som ska kunna läggas till grund för en

tillfredsställande bedömning av vilka hälso- och miljöskador som organismerna kan orsaka.

Enligt 13 kap. 10 § miljöbalken ska särskilda etiska hänsyn tas vid verksamhet med genetiskt modifierade organismer. I prop. 1997/98:45, del 2, utreds vad det kan betyda att etiska hänsyn ska tas. Bland annat har människan ett ansvar att förhindra allvarliga störningar i de ekologiska systemen liksom att se till att olika gentekniska tillämpningar inte uppfattas som stötande eller stridande mot god sed och allmän ordning (s. 159). Etisk värdering handlar om att göra en avvägning mellan olika intressen. I kraven på särskilda etiska hänsyn ligger även att genteknisk verksamhet bör tillåtas endast om den medför en samhällsnytta, dvs. en nytta som inte begränsar sig till verksamhetsutövaren, utan som också har ett allmännyttigt värde (s. 160). De etiska hänsyn som ska tas vid användningen av genteknik rör inte bedömning av tekniken som sådan (s. 163).

Enligt 13 kap. 13 § miljöbalken får tillstånd lämnas endast om den verksamhet som ansökan avser är etiskt försvarbar.

Enligt 16 kap. 2 § miljöbalken får godkännanden som har meddelats med stöd av balken förenas med villkor.

Enligt 2 kap. 10 § förordningen om utsättning av genetiskt modifierade organismer i miljön ska allmänheten och andra intresserade ges tillfälle att yttra sig innan Jordbruksverket beslutar i ärenden om fältförsök.

Enligt 2 kap. 11 § samma förordning ska Naturvårdsverket, och Gentekniknämnden om ärendet gäller en ny eller tidigare oprövad organism, nya egenskaper eller utsättning under väsentligt annorlunda förhållanden, ges tillfälle att yttra sig över Jordbruksverkets förslag till beslut.

Hur ni överklagar

Ni kan överklaga detta beslut till Mark- och miljödomstolen i Växjö. Överklagandet ska vara skriftligt. När ni överklagar ska ni skriva

- vilket beslut ni överklagar,
- hur ni vill att beslutet ska ändras, och
- varför ni tycker att det ska ändras.

Ni ska skriva till mark- och miljödomstolen, men skicka eller lämna överklagandet till:

Jordbruksverket
551 82 Jönköping

Ni kan också skicka överklagandet till jordbruksverket@jordbruksverket.se.

Ert överklagande måste ha kommit in till Jordbruksverket inom tre veckor från den dag då beslutet fattades.

Övriga upplysningar

Ändrade förhållanden samt nya uppgifter som har betydelse för riskbedömningen ska anmälas till Jordbruksverket. Detta framgår av 2 kap. 15 § förordningen om utsättning av genetiskt modifierade organismer i miljön.

För transport och märkning finns bestämmelser i Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2003:5) om avsiktlig utsättning av genetiskt modifierade växter.

I detta ärende har ställföreträdande avdelningschefen Magnus Franzén beslutat. Erik Axelsson har varit föredragande. I den slutliga handläggningen har också Mona Strandmark, Heléne Ström och verksjuristen Elisabet Dalborg deltagit.

Magnus Franzén

Erik Axelsson

Beslutet har signerats digitalt och saknar därför namnunderskrifter.