

Elektromagnetiska fält – ensilage

Förstudie

Elforsk rapport 03:24

Elektromagnetiska fält – ensilage

Förstudie

Elforsk rapport 03:24

Elektromagnetiska fält – ensilage

Förstudie

Elforsk rapport 03:24

Martin Sundberg, JTI



JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik
Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

Förord

Elforsk har sedan 1995 stött forskning, men även andra FoU-insatser, kring elektriska och magnetiska fält. Till en början var den huvudsakliga inriktningen biologiska studier. Under de senaste två åren har däremot tillämpningar av försiktighetsprincipen samt omvärldsbevakning prioriterats.

Denna rapport är en förstudie som initierats av Svensk Energis EMF-grupp. Upprinnelsen är att en lantbrukare rapporterat att ensilage i balar förstörts när de stått i under en 400 kV kraftledningen.

Förstudien har genomförts av forskaren Martin Sundberg vid JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. Rolf Lindgren, SwedPower har varit behjälplig med att hitta litteratur som kan belysa frågeställningen.

Projektet har finansierats av Elforsk.

Stockholm augusti 2003

Gunnar Hovsenius
Elforsk AB

Sammanfattning

Denna förstudie initierades mot bakgrund av de problem med förstört ensilage under en kraftledning som en lantbrukare upplevt under flera år. Syftet med förstudien har varit att beskriva ensileringsprocessen och vad som är viktigt att iaktta för att lyckas med ensileringen samt vilka de vanligaste orsakerna är att man inte lyckas med att få ett bra ensilage. Dessutom ville vi genom en översiktlig genomgång av relevant litteratur få en bild av om och hur elektromagnetiska fält kan tänkas påverka ensileringsprocessen. Inom ramen för förstudien kontaktades också ett antal utvalda personer med specifik kompetens för att bland annat få en bild av om problemen är kända från andra håll.

Att ensilering i balar (liksom i andra ensileringsystem) ibland misslyckas är tyvärr inte alltför ovanligt. De vanligaste orsakerna här till är antingen att ensileringsprocessen inte fungerat som önskvärt eller att luftsyre trängt in i ensilaget under lagringen.

Att *ensileringsprocessen* inte fungerar kan bero på:

- För lite socker i grönmassan i förhållande till grönmassans torrsubstanshalt.
- För låg initial förekomst av mjölksyrabakterier i grönmassan.
- För långsam tillväxt av mjölksyrabakterier som skapar utrymme för annan oönskad mikrobiell tillväxt.

Luftinträngning i balar på grund av undermålig täthet i sträckfilmen kan bero på:

- Skador orsakade av djur, där fåglar är det största problemet.
- Mekaniska skador vid hantering, transport och uttagning av balar.
- Dålig kvalitet på sträckfilmen.

I förstudien har ingen kunskap framkommit som kan förklara om och hur ensileringsprocessen som sådan skulle kunna påverkas negativt av det elektromagnetiska fältet under kraftledningar.

De rådgivare, forskare och praktiker inom lantbrukssektorn som kontaktats inom ramen för förstudien har inte hört talas om att problem med ensilagekvaliteten kan uppstå under kraftledningar.

En icke prövad hypotes är att svaga strömmar skapat av det elektriska fältet ger upphov till gnistbildningar genom plasten, varvid mikroskopiska hål skapas. En stor mängd sådana hål skulle kunna leda till kvalitetsproblem på grund av att luftsyre tränger in i balarna.

För att klargöra elektromagnetiska fälts eventuella påverkan på ensilagebalar måste praktiska fältförsök under kontrollerade former genomföras.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	1
1.1	MÅL	1
2	ENSILERING AV VALLFODER	3
2.1	ENSILERINGSPROCESSEN	3
3	REKOMMENDATIONER FÖR BALENSILERING	9
3.1	INPLASTNING.....	9
3.2	LAGERPLATSEN	9
4	ORSAKER TILL PLASTSKADOR PÅ ENSILAGEBALAR	11
5	KAN ELEKTROMAGNETISKA FÄLT PÅVERKA ENSILERINGS-PROCESSEN?	13
6	SLUTSATSER	17
7	REFERENSER.....	19

Bilagor

BILAGA A: LANTBRUKARENS BESKRIVNING AV TILLVÄGAGÅNGSSÄTT OCH UPPLEVDA PROBLEM MED ENSILERINGEN (ANTECKNINGAR EFTER TELEFONSAMTAL SOMMAREN 2003)

BILAGA B: PERSONER SOM KONTAKTATS OCH TILLFRÅGATS OM DE UPPLEVT ELLER KÄNNER TILL PROBLEM MED ATT LAGRA ENSILAGEBALAR UNDER ELLER NÄRA KRAFTLEDNINGAR.

1 Inledning

En lantbrukare utanför Söderhamn har under flera år upplevt att fodret i ensilagebalar som lagrats under en 400 kV ledning blivit förstörda. Orsaken till detta är oklar, men han är själv övertygad om att det är det elektromagnetiska fältet under ledningen som gett problemen. En beskrivning av lantbrukarens ensileringsrutiner och hur han upplevt problemen återfinns i bilaga A.

Mot denna bakgrund beslutade Svensk Energis EMF-grupp att tillstyrka att en förstudie genomförs under 2003.

1.1 Mål

Syftet med förstudien har varit att beskriva ensileringsprocessen och vad som är viktigt att iaktta för att lyckas med ensileringen samt vilka de vanligaste orsakerna är att man inte lyckas med att få ett bra ensilage. Dessutom ville vi genom en översiktlig genomgång av relevant litteratur få en bild av om och hur elektromagnetiska fält kan tänkas påverka ensileringsprocessen.

2 Ensilering av vallfoder

I Sverige finns ca 750 000 ha vall som årligen bärgas och konserveras till djurfoder. Konserveringen kan antingen ske genom att torka bort det mesta av vattnet (hö) eller genom att jäsa det fuktiga fodret utan tillgång till syre (ensilage). Idag är ensilering den vanligaste metoden för konservering, uppskattningsvis utgör andelen ensilage 80-90 procent av allt bärgat vallfoder.

Beredning och lagring av ensilage sker huvudsakligen i plansilo, tornsilo eller sträckfilmslindade balar. Ensilering i balar är en relativt ny metod som ökat kraftigt i omfattning under senare tid. För närvarande uppskattas att 40-45 procent av allt ensilage i Sverige är i form av balar. Omfattningen av ensilering i plan- och tornsilo uppskattas till 25-30 procent vardera.

Ensilering är en biologisk konserveringsmetod som bygger på mjölksyrajäsning. De mjölksyrebakterier som behövs för att starta denna process finns naturligt, och i de flesta fall i tillräckligt antal, på växterna. På växterna finns emellertid också ett flertal arter av andra mikroorganismer i ett mycket stort antal. Flera av dessa är sådana som om de ges möjligheter att växa till kan ge allvarliga störningar på ensileringsprocessen. För att lyckas med ensileringen är det därför viktigt att man såväl före som under själva ensileringen skapar förutsättningar som gynnar mjölksyrebakterier och missgynnar de oönskade mikroorganismerna. Ett välensilerat ensilage kan lagras under lång tid utan att försämrans under förutsättning att ingen lufttillförsel sker.

2.1 Ensileringsprocessen

Om man lyckas skapa en gynnsam miljö för mjölksyrebakterierna, ökar dessa snabbt i antal. För sin tillväxt använder mjölksyrebakteriernas i huvudsak lättlösliga kolhydrater (socker). De producerar då mjölksyra som ger den önskade pH-sänkningen i fodret. Mjölksyrebakterierna är mer toleranta mot låga pH-värden än de flesta andra mikroorganismer. En snabb pH-sänkning är därför av stor betydelse för att begränsa oönskade mikrobiella processer. Hur förloppet i en önskvärd ensileringsprocess ser ut åskådliggörs i bild 1.

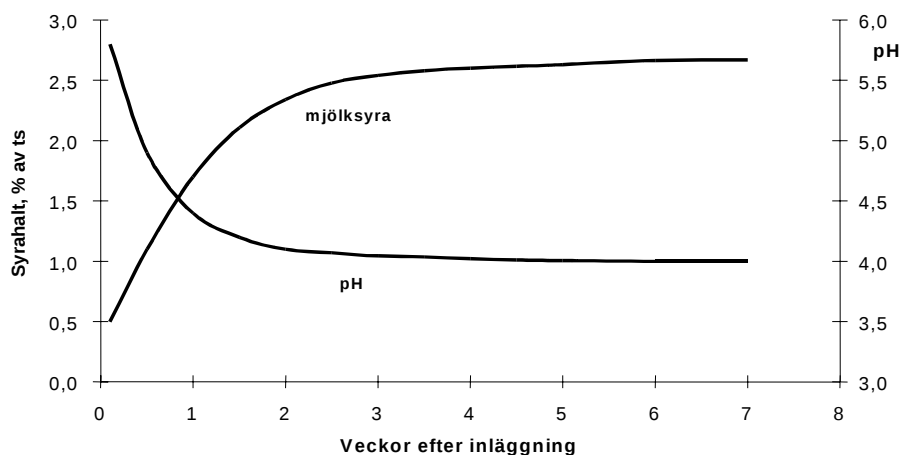


Bild 1. Önskvärd utveckling av pH och halten mjölksyra under ensileringsprocessen

Om pH sänks tillräckligt mycket upphör den mikrobiella aktiviteten och man får ett ensilage som tål lång lagring förutsatt att inte luften ges tillträde. Vilket pH-värde som krävs för att uppnå lagringsstabilitet är beroende av ensilagens torrsubstanshalt, bild 2. Av bilden framgår att det inte krävs så stor pH-sänkning i ett material med högre torrsubstanshalt. Detta beror på att den torrare miljön i sig är hämmande för mikrobiell tillväxt. Även i detta avseende är mjölksyrabakterierna mer toleranta än många andra mikroorganismer.

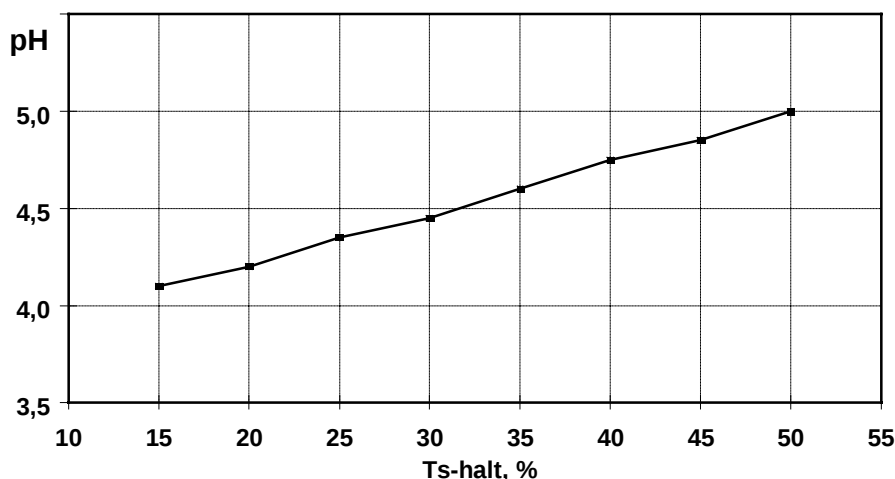


Bild 2. Hur lågt pH som behövs för att få ett, under syrefria förhållanden, stabilt ensilage är beroende av grödans torrsubstanshalt. Bilden visar hur nivån på dessa "kritiska" pH-värden förhåller sig till ts-halten enligt Weissbach m. fl. (1974).

En viktig förutsättning för att man ska få en tillräcklig produktion av mjölksyra med åtföljande pH-sänkning, är att det finns tillräckligt med näring (socker) för mjölksyrabakterierna. Tar sockret slut innan det kritiska pH-värdet nåtts blir ensilaget instabilt och andra mikrobiella processer kan komma igång. I ett ensilage med låg ts-halt kan man t.ex. få en tillväxt av klostridier (smörsyrabakterier). Dessa kan förutom kolhydrater utnyttja även mjölksyra som energikälla. Eftersom smörsyra är en svagare syra än mjölksyra innebär detta att ensilagens pH-värde kommer att öka. Detta förlopp återges i bild 3. En utförligare beskrivning av vanliga jäsningsstörningar ges i följande avsnitt.

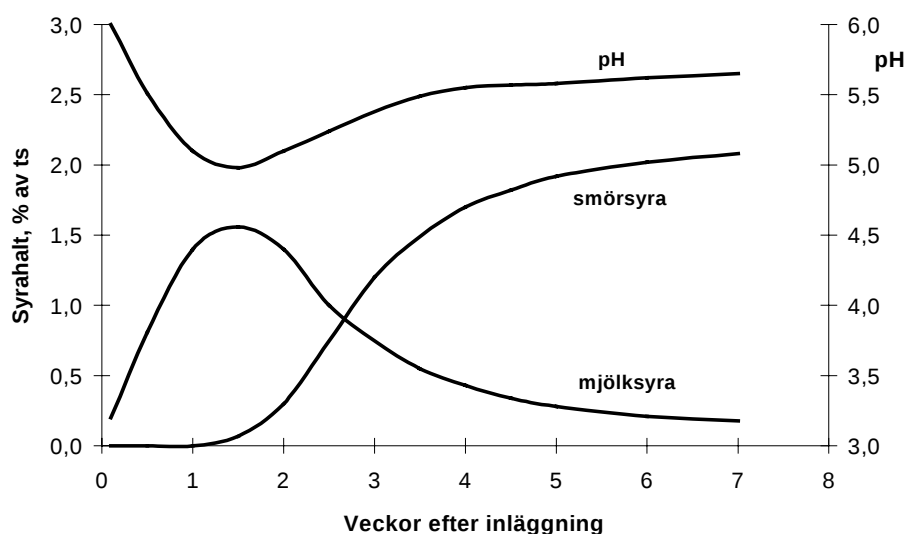


Bild 3. Om inte mjölksyrabildningen sker tillräckligt snabbt eller i tillräcklig omfattning, kan oönskade mikrobiella processer komma igång. Bilden visar vad som händer i ensilaget när smörsyrabakterier (klostridier) tillväxer och ombildar mjölksyra till smörsyra.

2.1.1 Störningar i ensileringsprocessen

Luftinträngning

Det syre som finns instängt i porsystemet i en silo eller i en bal förbrukas mycket snabbt efter förslutning. Den respirationsvärme som då bildas ger bara en måttlig temperaturökning på 2-3 °C i grönmassan, vilket inte är tillräckligt för att ge någon negativ effekt på ensileringsresultatet. Om däremot luftens syre får fortsatt tillträde, på grund av t. ex. bristfällig eller fördröjd förslutning, kan växterna fortsätta att respirera samtidigt som oönskade bakterier samt mögel- och jästsvampar får möjlighet att växa till. Detta leder till stora förluster och kan i värsta fall också leda till att ensilaget blir helt oanvändbart som foder.

Förändring av mikrofloran

Tillgång till syre innebär att mikrofloran i ensilaget förändras i en ogynnsam riktning.

Bakterier kan utvecklas som bryter ned aminosyror under bildning av ammoniak. Eftersom ammoniak är basiskt kommer ensilagets pH-värde att stiga, vilket i sin tur medför att sådana mikroorganismer som inte tål låga pH-värden får möjlighet att växa till.

Jästsvampar kan växa till både med och utan tillgång till syre. De jästsvampar som växer under aeroba förhållanden utnyttjar kolhydrater och mjölksyra som energikälla. När luft finns närvarande är jästsvampen okänslig för mjölksyra och lågt pH. Utan tillgång på syre däremot, kan jästsvampen inte överleva i en sur miljö.

Mögelsvampar kan bara växa till om syre finns närvarande. Liksom jästsvamparna är mögelsvampar mycket toleranta mot låga pH och förbrukar kolhydrater och mjölksyra vid sin tillväxt. Under vissa förhållanden kan mögelsvamparna bilda giftiga substanser, s. k. mykotoxiner.

Många av de mikroorganismer som aktiveras och växer till vid lufttillträde ger således en nedbrytning av ensilagens konserveringsskydd i form av mjölksyra. Om inte lufttillförseln hejdas accelererar nedbrytningen och pH kan stiga till värden över 7. I ett torrt ensilage där inte syrabildningen varit så kraftig kan denna nedbrytning ske mycket snabbt. Eftersom ett torrare ensilage också är mer svårpackat, sker luftväxlingen lättare och på djupare nivåer än i ett blötare ensilage. I ett ensilage med hög ts-halt är det därför speciellt viktigt att förhindra luftinträngning.

Feljäsning

Störningar i jäsningsförloppet kan uppstå om produktionen av mjölksyra är för liten så att tillräckligt lågt pH-värde inte nås. Detta beror ofta på att sockerhalten i grödan är otillräcklig, antingen på grund av att grödan i sig är kolhydratfattig eller också på grund av att alltför stor mängd kolhydrater förbrukats vid växternas andning. En annan orsak till att jäsningen störs kan vara att mjölksyraproduktionen och därmed pH-sänkningen går för långsamt. I båda dessa fall finns möjligheter för icke önskvärda mikroorganismer att utvecklas. Det är i första hand två typer av bakterier som ger upphov till jäsningsproblem, nämligen enterobakterier och smörsyrabakterier (klostridier).

Enterobakterier finns normalt i mycket stort antal på grödan och utvecklas bäst vid pH runt 7. De är inte syratåliga, vid pH-värden under 4,5 upphör deras verksamhet. Om ensileringsprocessen går bra är det därför bara under den inledande fasen som de är aktiva. De konkurrerar då med mjölksyrabakterierna om kolhydrater och bildar främst ättiksyra, mjölksyra, koldioxid och vätgas. Även om enterobakterierna bidrar till syrabildningen är de inte särskilt effektiva eftersom ättiksyra är en mycket svagare syra än mjölksyra. Eftersom enterobakterierna, till skillnad från mjölksyrabakterierna, även kan utnyttja aminosyror som näringskälla kan de fortsätta att utvecklas även om kolhydraterna tar slut. De utvecklar då ammoniak, vilket innebär att pH-sänkningen motverkas och risken ökar för att andra oönskade mikroorganismer ska tillväxa.

Klostridier finns i form av sporer framför allt i jord, men också i gödsel. De måste ha en fuktig miljö för att trivas, vid ts-halter över 30 % är deras aktivitet starkt begränsad. Problem med klostridier förekommer därför främst i direktskördat ensilage. Klostridier är inte syratåliga, vid pH-värden under 4,2 blir de inaktiverade. Det finns två huvudtyper av klostridier som utnyttjar olika energikällor för sin tillväxt. Båda typerna ger emellertid en pH-höjande effekt. Ett klostridiejäst ensilage kan medföra såväl konsumtions- som produktionsproblem. Det finns också en stor risk att sporer via gödseln kommer med i mjölken, vilket är ett stort problem vid tillverkning av vissa osttyper. Alltför höga sporhalter i den mjölk som levereras medför därför prisavdrag.

2.1.2 Att gynna ensileringsprocessen

För att ensileringsprocessen ska gå i önskad riktning är det viktigt att man på olika sätt skapar så goda förutsättningar som möjligt. Med utgångspunkt i ovanstående avsnitt kan de viktigaste faktorerna sammanfattas i följande:

- Rena grödor med liten mängd mikrobiell störflora
- Lätt tillgänglig näring för mjölksyrabakterierna
- Tillräcklig mängd näring för mjölksyrabakterierna
- Att snabbt skapa samt upprätthålla en syrefri miljö

3 Rekommendationer för balensilering

3.1 Inplastning

Inplastning av balarna bör ske så snabbt som möjligt efter pressning. Två timmar brukar ofta anges som en tidsgräns man inte bör överskrida.

Rundbalarna ska försees med minst sex lager plast, där varje plastlager överlappar föregående med 50 % (det så kallade 2+2+2 systemet). Den sträckfilm som används för rundbalsensilering kan vara 500 eller 750 mm bred. Det är en fördel att använda den bredare filmen eftersom den ger färre skarvar och luftens väg mellan skarvarna blir därmed längre än med en 500 mm film. För att kunna använda en bredare film måste dock inplastaren vara konstruerad för detta, vilket inte alla är idag. Inplastning i regn bör undvikas, eftersom man då riskerar att få en försämrad vidhäftning mellan plastskikten.

För att minimera riskerna för att få hanteringsskador på plasten, bör inplastningen ske i nära anslutning till lagringsplatsen. Balarna behöver då bara hanteras en gång innan de ska tas fram för utfodring. För att lyfta balarna till lagret ska man använda speciell gripustrustning som ger stor greppyta och därmed utsätter plasten för så liten belastning som möjligt.

3.2 Lagerplatsen

För att minska risken för skador på balarna, ska lagringen ske på en särskilt iordninggjord plats. Lagret ska läggas skyddat, så att balarna inte kan skadas av nedfallande grenar eller utsätts för takdropp. En placering på fastmark är att föredra eftersom mulljordar ofta kan medföra problem med sorkar. Lagringsytan ska vara jämn, fri från vegetation och med ett underlag av mjuk sand utan vassa stenar.

Balarna ska alltid lagras stående på gaveln, d.v.s. med axeln vertikalt. Detta har visat sig ge mindre deformation av balarna när de sätter sig. Därmed blir påkänningarna på plasten mindre och tätheten mellan plastskikten bevaras bättre.

Balar med låg ts-halt bör inte staplas i flera lager eftersom man då kan få kraftig deformation av de undre balarna. Däremot anses det allmänt att torra balar med hög volymvikt kan staplas i upp till tre lager, eftersom de är såpass formstabila. Staplingen kan ge positiva effekter, såtillvida att den innebär en minskning av den yta på balarna som är exponerad för mekaniska skador och solljus. Några studier eller riktvärden för hur många lager balarna kan staplas vid olika ts-halt finns dock inte. En grov bedömning är att balar med ts-halt under ca 30 % bör undvikas att staplas. Om ts-halten är mellan 30-40 % kan man stapla i två lager och vid ts-halter över ca 40 % i tre lager.

För att undvika att plasten skadas av fåglar kan balarna skyddas med nättäckning eller genom att spänna ett glest nätverk av garn någon halvmeter ovanför balarna.

4 Orsaker till plastskador på ensilagebalar

Att sträckfilm av undermålig kvalitet kommer ut på marknaden förekommer tyvärr ibland. I sådan film kan t.ex. hål eller revor uppstå när den lindas på balen. Den försämrade tätheten märks ofta inte förrän balen öppnas för att utfodras, då ensilaget kan vara hårt angripet av mögel. Tillverkare av sträckfilm har sedan 1994 möjlighet att kvalitetsprova film. Ett antal egenskaper hos filmen kontrolleras och om den uppfyller vissa minimikrav blir den certifierad och får förses med Sveriges provnings- och forskningsinstituts märke.

Ovarsam hantering av balarna i samband med inplastning, lyftning och transport kan naturligtvis medföra plastskador. Även vid uttagning av balar från ett lager med staplade balar kan det hända att traktor eller redskap går emot och skadar plasten.

Att plasten skadas av djur är troligen den vanligaste orsaken, och också den som är svårast att förhindra. Katter kan skada plasten när de hoppar upp på balar. Fåglar får dock anses vara det största problemet när det gäller plastskador. Speciellt i vissa områden kan det bli problem om balarna lämnas på fältet efter inplastning. Att sorkar och möss gnager hål på plasten underifrån är inte heller alltför ovanligt, speciellt om balarna lagras på mulljordar. Slutligen kan det ibland förekomma att lekande barn förorsakar skador på plasten.

I Sverige rekommenderas generellt att man regelbundet kontrollerar lagerplatsen med balar och lagar plasten på balar där den skadats.

Några större svenska studier av hur vanliga plastskador är och dess orsak har inte gjorts. På Irland däremot har man nyligen genomfört en omfattande studie i syfte att kvantifiera omfattningen av skador orsakade av djur, McNamara et al. (2000). I studien besöktes 300 gårdar med balensilage över hela Irland. Man konstaterar att fåglar var det djurslag som orsakade i särklass flest plastskador. På 63 procent av gårdarna påträffades åtminstone någon bal där plasten skadats av fåglar. Resultaten tyder på att skadorna huvudsakligen uppstår under den korta tidsperiod mellan inplastning och transport som balarna står på fältet. Det djurslag som orsakade näst flest skador var katt (29 procent). Skador av katt var vanligare när balarna lagrats i anslutning till gården än när de stått på fältet. Andelen gårdar med skador på grund av råttor, hund och tamboskap (nöt, får och häst) var betydligt lägre; 4,7, 3,0 respektive 9,3 procent.

I en uppföljande studie undersökte samma forskargrupp vilka fågelarter som orsakade flest skador, samt kvantifierade skadornas omfattning under det första dygnet efter inplastning, McNamara et al. (2002). Studierna utfördes vid 28 tillfällen under två år. Man konstaterade att råkor och kajor utgjorde 98 procent av alla fåglar som påträffades. Fåglarnas aktivitet var som störst de första timmarna efter inplastning samt efter ytterligare 13-15 timmar. Skadade balar konstaterades vid 16 av de 28 tillfällena. I genomsnitt var det 34 hål per bal i de balar som skadats, och hålets storlek varierade mellan 1 och 20 mm. En slutsats som görs är att balarna bör flyttas från fältet till en lagringsplats snarast möjligt efter inplastning. Det ska noteras att författarna understryker Irlands särställning i Europa när det gäller antal och storlek av råkkolonier. På grund av att fälten ofta omges av häckrader och träd, finns det ett stort antal kolonier

med relativt litet antal fåglar i varje koloni. Sålunda hade de flesta av gårdarna i den förstnämnda studien haft råkkolonier inom ett avstånd på 800 meter från gården.

5 Kan elektromagnetiska fält påverka ensileringsprocessen?

Det elektriska fältet rakt under en 400 kV ledning kan ha en styrka på upp till 10 kV per meter, medan det magnetiska fältet som mest kan vara uppemot 50 μ T. Magnetfältets styrka varierar med den belastningsström som tas ut i ledningen. Både den elektriska och magnetiska fältstyrkan avtar snabbt med avståndet till ledningen.

Sökningar efter vetenskaplig litteratur har gjorts i databaserna AGRICOLA, AGRIS och CAB Abstract. Rolf Lindgren, SwedPower, har gått igenom konferensdokumentation inom EMF-området från 1984 och framåt. Information har även sökts på Internet.

Till att börja med kan man konstatera att när det gäller direkta studier på ensilage och eventuell inverkan av elektromagnetiska fält under kraftledningar har ingen som helst information återfunnits. Inom ramen för förstudien har även ett flertal rådgivare, forskare och praktiker inom lantbrukssektorn kontaktats. Ingen av dessa har emellertid hört talas om att problem uppstått med ensilage som lagrats under kraftledningar på grund av det elektromagnetiska fältet, se bilaga B.

En lantbrukare i Sörmland som producerar ensilage både för egen användning och till försäljning har lagrat plastade balar under en kraftledning under 10 års tid. Det han spontant framlade som nackdel var att ledningarna drar till sig fåglar, som då också ibland kan uppleva balarna som intressanta och åstadkomma skador på plasten. Detta är som tydligast på hösten när fåglarna sträcker. Några problem med ensilagekvaliteten har han aldrig upplevt. Ibland har samma balar legat kvar under kraftledningen i tre år utan problem. Det finns emellertid ett par viktiga skillnader i jämförelse med lantbrukaren utanför Söderhamn. För det första är spänningen i den sörmländska ledningen betydligt lägre, i storleksordningen 12 kV tror lantbrukaren. Detta innebär att speciellt det elektriska, men även det magnetiska fältet blir betydligt lägre än under en 400 kV ledning. För det andra har torrsubstanshalten i fodret varit avsevärt mycket högre, oftast uppemot 60 procent. I ett sådant torrt material sker i princip ingen egentlig ensilering, dvs ingen produktion av mjölksyra, utan konserveringen bygger mer på att stänga ute syret (så kallad lufttät lagring). En annan skillnad, som dock inte bör ha någon betydelse, är att lantbrukaren i Sörmland använder sig av fyrkantiga balar. Balarna staplar han till 5 - 6 meter höjd. Avståndet till kraftledningen blir då bara ca 4 meter.

I litteraturen finns det en stor mängd studier presenterade där man tittat på vilka effekter elektriska, magnetiska eller en kombination av dessa båda fält har på olika typer av celler och mikroorganismer. Många av de cellstudier som genomförts har dock varit inriktade på *mekanismer* vid exponering för EMF, t.ex. hälsoeffekter i form av cancer. I de allra flesta studierna har man också arbetat med fältstyrkor som är avsevärt kraftigare (flera tiopotenser) än vad som är aktuellt under en 400 kV kraftledning. Mycket lite information som är relevant för den aktuella frågeställningen har således återfunnits. Nedan återges det mest näraliggande och sådant som åtminstone kan ha ett visst intresse i sammanhanget.

Soja et al. (2003) studerade under 5 år hur ett elektromagnetiskt fält från en kraftledning (380 kV, 50 Hz) påverkade vete och majs som odlades under och nära kraftledningen. I

försöksrutorna, som var utlagda 40, 14, 8 och 2 meter från kraftledningen, var det elektriska fältet mellan 0,2 och 4,0 kV/m och det magnetiska mellan 0,4 och 4,5 μ T. Frö- och stråskörd registrerades och jordprover togs för bestämning av kolinnehåll och mikrobiell biomassa. Skörden av vete var i genomsnitt 7 % högre i de försöksrutor som hade den lägsta exponeringen än i de rutor som låg närmare ledningen. För majs kunde ingen signifikant skillnad i skörd konstateras. Inte heller kunde någon inverkan på mängden mikrobiell biomassa i jorden konstateras. När det gäller skördevariationerna, var de som kan hänföras till avståndet från kraftledningen små i jämförelse med de årliga skördevariationerna relaterade till klimat och jordförhållanden.

Pothakamury et al. (1993) redovisar en översikt av studier där man undersökt hur olika typer av magnetfält inverkar på mikroorganismer, cellmembran och cancerceller. De klassificerar magnetfälts generella inverkan på mikrobiell tillväxt som (1) hämmande (2) stimulerande och (3) ingen observerad effekt. Man konstaterar att litteraturen inte ger någon klar förståelse för under vilka förhållanden magnetfält ger dessa olika effekter. I alla de studier som refereras i artikeln har dock fältstyrkorna varit flera tiopotenser högre än vad som är fallet under kraftledning. Senare har även Strašák et al. (2002) konstaterat att många studier kring lågfrekventa magnetiska fälts inverkan på levande system publicerats de senaste 20 åren, men att resultaten är mycket omstridda. I deras egna studier med bakterien *Escherichia coli* försämrades tillväxtförmågan med ökad magnetisk fältstyrka och med ökad exponeringstid. I studien användes ett lågfrekvent fält på 50 Hz och fältstyrkor på mellan 2,7 och 10 mT, vilket är ca 100 gånger högre än under en 400 kV kraftledning.

I *Project ELF*, som inleddes i mitten av 1980-talet och avslutades i början av 1990-talet, studerade man hur ekosystemet påverkades runt en antennledning i övre Wisconsin och Michigan. Antennen ingår i ett system för att kommunicera med amerikanska ubåtar runt om i världshaven. Antennen skickar ut lågfrekventa magnetfält (modulerade runt frekvensen 76 Hz) med en styrka som motsvarar de som alstras runt kraftledningar. Det mycket omfattande forskningsprogrammet har stötts av amerikanska flottan och utförts av olika forskningsinstitutioner i Wisconsin och angränsande delstater. Man har bl a tittat på markflora, mikroflora i jord, slemsvamp, jordamöba, maskar och leddjur i jorden, pollinerande insekter, smådäggdjur, fåglar, våtmarksflora och vattenlevande organismer dels före, dels efter att antennledningen tagits i drift. Viss påverkan på ekosystemen kunde märkas, men denna var mer knuten till inverkan från bygget och till antennen som sådan än till de fält som den avgav.

Kohno et al. (2000) studerade biologiska effekter på tre arter av bakterier när de exponerades för ett statistiskt magnetfält av olika styrka (30-100 mT). Under vissa förhållanden konstaterades att tillväxten hos två av de undersökta bakterietyperna hämmades vid ökad fältstyrka.

Det ska påpekas att i studier där man undersökt EMF för att t.ex. hämma eller stimulera mikrobiell tillväxt, har behandlingstiderna som regel varit tämligen korta. Ett ensilage som lagras under en kraftledning kan ofta bli stående där och utsättas för det elektromagnetiska fältet uppemot ett år.

Två metoder som kan nämnas i sammanhanget, och som idag har en viss tillämpning, är *Elektroporation* och *Pulsed electric field (PEF)*. I båda metoderna används elektriska fält, dock med betydligt högre fältstyrkor än vad som är aktuellt under kraftledningar.

Elektroporation är känt sedan slutet av 1960-talet och bygger på att det i en cell som utsätts för ett högspänt elektriskt fält uppstår hål i cellens membran. Dessa hål kan vara antingen tillfälliga eller permanenta, beroende på styrkan hos det elektriska fältet. Tillfälliga hål i cellmembranet kan användas för att föra in olika sorters molekyler, som t.ex. DNA och vissa läkemedel. Viss typ av medicinsk behandling av cancer är baserad på elektroporation, men i huvudsak används metoden för molekylärgenetisk forskning.

På forskningsnivå har elektroporation även provats som metod för ogräsbekämpning. Man använder då elektriska pulser, som varar bråkdelar av en sekund och har en styrka om 3–6 kilovolt per centimeter. Elektriskt laddade molekyler i cellerna dras under pulsgivningen till sin motpol och åstadkommer då hål i cellmembranen. Ett tillräckligt starkt elektriskt fält och en hög pulsintensitet gör dessa hål permanenta, vilket dödar cellen (Fogelberg, 2000).

PEF kan tillämpas som en icke-termisk konserveringsmetod för livsmedel. Metoden innebär att produkten som ska behandlas placeras mellan två elektroder och utsätts för pulser av högspänt elektriskt fält, oftast mellan 20 och 80 kV per centimeter. Pulsernas varaktighet är kortare än en sekund, och styrkan kan variera med tiden på olika sätt, t.ex. exponentiellt avtagande med tiden eller i form av en fyrkantsvåg (U.S. Food and Drug Administration, 2000).

Under arbetet med förstudien har en ny teori framkommit om skadeorsaken i balarna. Hypotesen är att de svaga strömmar som det elektriska fältet initierar kan leda till urladdningar genom sträckfilmen, varvid mikroskopiska hål i plasten uppstår. En stor mängd sådana mikroporer gör att luftsyre kan tränga in i balen i en omfattning som äventyrar ensilagekvaliteten. Att gnistbildning genom sträckfilmen skapar mikroskopiska hål har konfirmerats av Kennert Roos på Trioplasts utvecklingsavdelning. Huruvida de strömmar som kan uppstå är tillräckligt stora för att kunna generera gnistor genom plasten har dock inte kunnat utredas inom ramen för denna förstudie.

6 Slutsatser

I förstudien har ingen kunskap framkommit som kan förklara om och hur ensileringsprocessen som sådan skulle kunna påverkas negativt av det elektromagnetiska fältet under kraftledningar.

De rådgivare, forskare och praktiker inom lantbrukssektorn som kontaktats inom ramen för förstudien har inte hört talas om att problem med ensilagekvaliteten kan uppstå under kraftledningar.

En icke prövad hypotes är att svaga strömmar skapat av det elektriska fältet ger upphov till gnistbildningar genom plasten, varvid mikroskopiska hål skapas. En stor mängd sådana hål skulle kunna leda till kvalitetsproblem på grund av att luftsyre tränger in i balarna.

För att klargöra elektromagnetiska fälts eventuella påverkan på ensilagebalar måste praktiska fältförsök under kontrollerade former genomföras.

7 Referenser

Fogelberg, F. 2000. Elektroporation – dödande pulser i framtida ogräskontroll. Fakta jordbruk nr 15. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Kohno, M., Yamazaki, M., Kimura, I. & Wada, M. 2000. Effect of static magnetic fields on bacteria: *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli*. Pathophysiology 7, p 143-148.

McNamara, K., O'Kiely, P., Whelan, J., Forristal, D. & Lenehan, J.J. 2000. Damage to the Plastic Wrap on Baled Silage due to Animals. Farm & Food 10(3) Winter 2000, p 10-13.

McNamara, K., O'Kiely, P., Whelan, J., Forristal, P.D. & Lenehan, J.J. 2002. Bird Damage to the Plastic Stretch-Film Surrounding Baled Silage. Farm & Food 12(1) Spring 2002, p 52-54.

Pothakamury, U.R., Barbosa-Canovas, G.V. & Swanson, B.G. 1993. Magnetic-field inactivation of microorganisms and generation of biological changes. Food-technol. Chicago : Institute of Food Technologists 47 (12) p. 85-93.

Soja, G., Kunsch, B., Gerzabeck, M., Reichenauer, T., Soja, A-M, Rippar, G. & Bolhàr-Nordenkamp, H.R. 2003. Growth and Yield of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Corn (*Zea mays* L.) Near a High Voltage Transmission Line. Bioelectromagnetics 24; p 91-102.

Strašák, L., Vetterl, V. & Šmarda, J. 2002. Effects of low-frequency magnetic fields on bacteria *Escherichia coli*. Bioelectrochemistry 55; p 161-164.

U.S. Food and Drug Administration. 2000. Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies. Pulsed Electric Fields.
<http://www.cfsan.fda.gov/~comm/ift-pef.html>

Weissbach F., Schmidt L. & Hein E. 1974. Method of anticipation the run of fermentation in silage making, based on the chemical composition of green fodder. XII Int Grassland Congress, p 226-236.

BILAGA A: Lantbrukarens beskrivning av tillvägagångssätt och upplevda problem med ensileringen (anteckningar efter telefonsamtal sommaren 2003)

Lantbrukaren producerar ensilage till egna köttdjur, med har tidigare haft mjölkkor. Torrsubstanshalten försöker han hålla på 35-40 %. På balar från förstaskörden läggs 8 lager plast och på återväxten 6 lager. Skördetidpunkten är normal och klöverinslaget relativt litet. Inga ensileringsmedel användes i de aktuella balarna. Balarna har lagrats på mantelytan i ett skikt.

Han har under 3-4 år fått allt ensilage i balar förstört när de stått i princip rakt under kraftledningen (400 kV). Fodret i de aktuella balarna (15-20 st/år) har skördats från en intilliggande åker, och lagringsplatsen under ledningen har varit naturlig. Balarna med foder från förstaskörden har lagrats under ledningen, medan balarna från återväxten har körts hem. Ibland har han flyttat och kört hem en del av balarna från lagret under ledningen, de balarna har då blivit bra medan de som stått kvar blivit helt förstörda. Han tror att balarna har lagrats under ledningen fram till våren påföljande år. De förstörda balarna var dåliga rakt igenom. Han beskriver det dåliga ensilaget som geggigt, smetigt, utan struktur och med en brunaktig färg. Det har inte funnits någon lukt av smörsyra eller ammoniak, utan luktar mest bara ”skit”. Lantbrukaren har 18 års erfarenhet av ensilering och är helt övertygad om att det är strålningen från kraftledningen som gör att konserveringen misslyckas. Han känner igen plastskador orsakade av djur och är säker på att det inte är detta som varit orsaken till hans problem.

Kommentar

Tillvägagångssättet för ensileringen, enligt lantbrukarens beskrivning, får anses vara fullt acceptabelt. Det går inte att peka på någon uppenbar orsak till varför ensileringen skulle ha misslyckats. Det ska också nämnas att det när denna förstudie initierades inte fanns någon av de aktuella balarna kvar. Några kemiska analyser av det förstörda fodret, som skulle kunna vara en hjälp för att förklara vad som skett, har således inte kunnat utföras.

BILAGA B: Personer som kontaktats och tillfrågats om de upplevt eller känner till problem med att lagra ensilagebalar under eller nära kraftledning.

Carina Almedal, Trioplast AB, Smålandsstenar.

Jan Hultgren, Forskningsledare, Inst. för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara.

Christer Johansson, Teknikrådgivare, Hushållningssällskapet i Östergötland.

Kjell Martinsson, Forskningsledare, Norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå.

Christer Ohlsson, Seniorforskare, Forskningscenter Foulum, Danmark.

Thomas Pauly, Forskare, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.

Mats Pehrsson, Svensk Mjolk, Även mjölkproducent.

Chuck Thompson, Dairyland Power, USA. Specialist på EMF och därtill relaterade problem inom lantbruket.

Joakim Sandberg, Örsundsbro. Lantbrukare med maskinstationsverksamhet.

Rolf Spörndly Forskare, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.

Staffan Söderberg, Hölö. Lantbrukare och ensilageproducent.

Finn Vogensen, Mikrobiolog, KVL, Danmark.

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS – ELFORSK – AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30. Telefax 08-677 25 35
www.elforsk.se