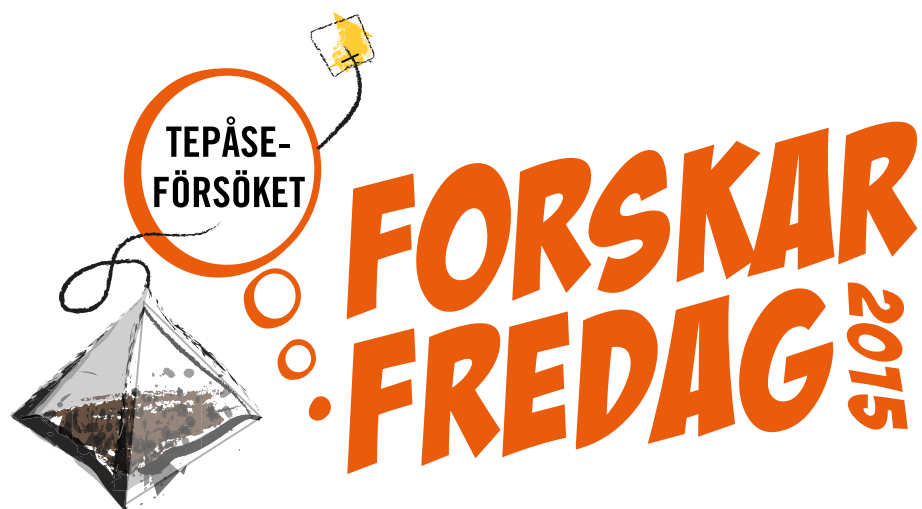




Slutrapport Tepåseförsöket

**FORSKARFREDAGS
MASSEXPERIMENT 2015**

VA-RAPPORT 2016:1

VA-rapport 2016:1

ISSN: 1653-6843

ISBN: 978-91-85585-82-3

Utgivare: Vetenskap & Allmänhet, VA, i april 2016

Box 5073, 102 42 Stockholm

Telefon: 08-791 29 00

Fax: 08-611 56 23

E-post: info@v-a.se

Webbplats: www.v-a.se

Författare: Judith Sarneel, Emelie Fredriksson & Fredrik Brounéus

Fotograf framsidan: Carina Backman

Layout & illustrationer: Lotta Tomasson

Innehåll

Sammanfattning	4
Bakgrund.....	6
• Vad är nedbrytning?.....	6
• Nedbrytning och klimatförändringar.....	7
• Forskning om nedbrytning.....	8
• Snabba fakta.....	9
Metod.....	10
• Material.....	10
• Vår (vecka 22–23).....	12
• Höst (vecka 35–36).....	13
Resultat	15
• Deltagare.....	15
• Temperatur.....	15
• Nedbrytning av grönt och rött te.....	17
• Vad påverkar nedbrytningen mest?.....	18
• Växthusets effekt på nedbrytningen.....	19
Diskussion.....	20
• Klasserna	20
• Nedbrytningen av grönt och rött te.....	20
• Effekten av växthusen	21
• Vad har vi lärt oss av experimentet?.....	22
• Vad händer nu med resultaten?.....	22
Referenser.....	23

Sammanfattning

Nedbrytning av döda växter och växtdelar (t.ex. blad), är viktigt för livet på vår planet. Insekter, svampar och bakterier i jorden äter upp växtdelarna och gör om dem till näringsämnen, jord och gas.

En av gaserna som bildas är koldioxid. Koldioxid hjälper till att värma upp vår planet genom den så kallade växthuseffekten. Under de senaste hundra åren har det blivit mer och mer koldioxid i atmosfären. Vi människor har orsakat denna ökning, bland annat genom avgaser från bilar, och fabriker som bränner olja eller kol. Koldioxiden gör att det blir varmare på jorden – det är det här som kallas för den globala uppvärmningen. När det blir varmare påverkar detta i sin tur jordens nedbrytning av växtdelar. Det är därför viktigt att vi lär oss mer om hur det här samspelet fungerar.

I Tepåseförsöket hjälpte elever forskare att studera nedbrytningen av växtdelar i jord. För att göra detta grävde de ner tepåsar och grävde sedan upp dem igen efter ungefär tre månader. Eleverna vägde tepåsarna före och efter de hade varit i jorden. På så vis kunde de räkna ut hur mycket te som hade brutits ner. Tepåseförsöket är en del av ett stort experiment som också utförs i många andra länder. Experimentet heter ”*Teatime4Science*” (på svenska: Vetenskaplig Tebjudning).

Hälften av tepåsarna grävdes ner under små ”växthus”, som eleverna hade gjort av avkapade PET-flaskor. Dessa skulle höja temperaturen i marken omkring tepåsen med någon grad. På så vis skulle eleverna mäta om nedbrytningen ändrades av en högre temperatur i marken.

Eleverna som deltog i Tepåseförsöket var med i riktig forskning och lärde sig samtidigt:

- att det finns liv i jorden (bakterier, svampar, osv) som gör om döda växter till bland annat koldioxid och jord,
- att hur snabbt nedbrytningen går beror på olika miljöfaktorer på just den platsen, till exempel hur varm eller näringsrik jorden är,
- att nedbrytning är viktigt och kan påverka hela jordens klimat,
- hur forskning går till och hur forskare arbetar.

Resultaten visar bland annat att både grönt och rött te bryts ner snabbare i sydliga, varmare klimat. Nedbrytningen är långsammare i nordliga, kallare klimat. Experimentet visar också att särskilt den första fasen i nedbrytningen påverkas av ett varmare klimat. Detta syntes på det röda teet, som bryts ner långsamt och därför fortfarande var i sin första nedbrytningsfas efter de tre månaderna. Den *totala mängden* av växterna som bröts ner påverkades inte i någon större utsträckning av klimat och temperatur, vilket syntes på det gröna teet, som tycktes ha brutits ner nästan fullständigt överallt.

Vi är imponerade över klassernas insatser i massexperimentet. Elever och lärare gick in för sina uppgifter med stort engagemang, och rapporterna vi fick in var av mycket bra kvalitet.

Ett varmt tack till alla som deltog i Tepåseförsöket – tack vare er har vi fått flera viktiga pusselbitar till forskningen!



Judith Sarneel,
forskare, Umeå universitet



Fredrik Brounéus,
projektledare, Vetenskap & Allmänhet

Om massexperimentet

EU-kommissionen har utlyst en vetenskapsfest i hela Europa den sista fredagen i september varje år. Vetenskapsfesten kallas på engelska för **European Researchers' Night** ("europeiska forskares kväll"). I Sverige kallas dagen **ForskarFredag** och firas på mer än trettio olika orter runtom i landet. ForskarFredag ska visa att forskning berör oss alla och att forskare är vanliga människor med ovanligt spännande jobb.

Massexperimentet är en viktig del av ForskarFredag och flera tusen elever deltar varje år i experimentet. I 2015 års massexperiment Tepåseförsöket deltog 250 klasser.

Tepåseförsöket är utformat i samarbete med forskare vid universitetet i Utrecht i Nederländerna och Österrikes myndighet för hälsa och livsmedelssäkerhet. Experimentet samordnades av föreningen Vetenskap & Allmänhet, med stöd av Vetenskapsrådet och forskningsrådet Formas.

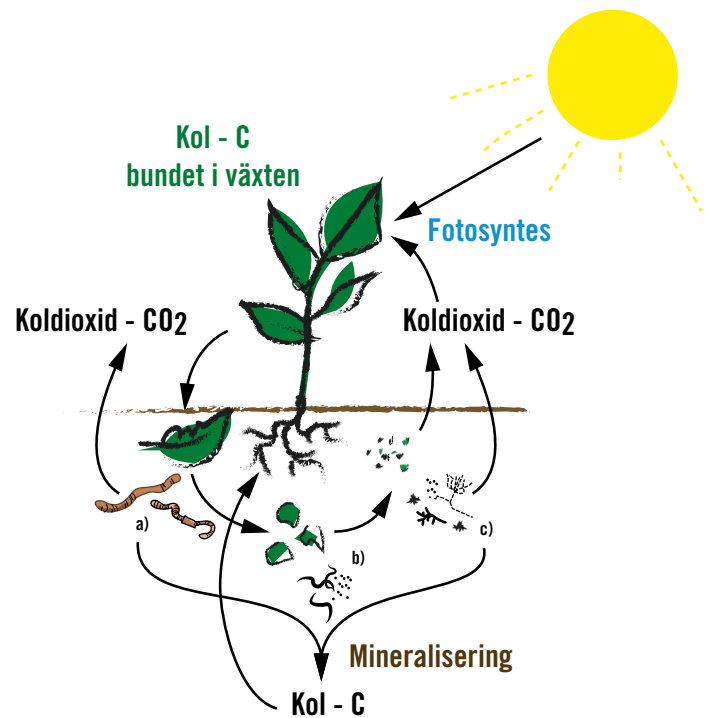
Trevlig läsning!

Bakgrund

Vad är nedbrytning?

Ett löv faller från ett träd, landar på marken och blir till jord. Jorden ger näring åt trädet, som bildar nya löv. Nedbrytning av växtdelar, eller "organiskt material", är därför viktig för livet på vår planet.

Nedbrytningen sker när "nedbrytare" – till exempel insekter, svampar och bakterier i jorden – äter upp det organiska materialet (lövet). Under marken på en yta lika stor som en fotsula (storlek 35) finns det bland annat ungefär 50 000 rundmaskar, 9 500 kvalster och 750 hoppstjärnor som hela tiden bryter ner växtdelar¹. Genom nedbrytningen får växter och små organismer i jorden mat så att de kan växa och leva. När döda växter bryts ner släpps gasen koldioxid (CO_2) ut i atmosfären.



Vid fotosyntesen tar växter upp koldioxid från atmosfären och lagrar kol i form av organiskt material. När växter och annat organiskt material bryts ner frisätts koldioxiden tillbaka till atmosfären. Organiskt material som inte bryts ner lagras istället kol i jorden. Pilarna visar kretsloppet. Ett annat ord för nedbrytningsprocessen är mineralisering.

Exempel på nedbrytare:

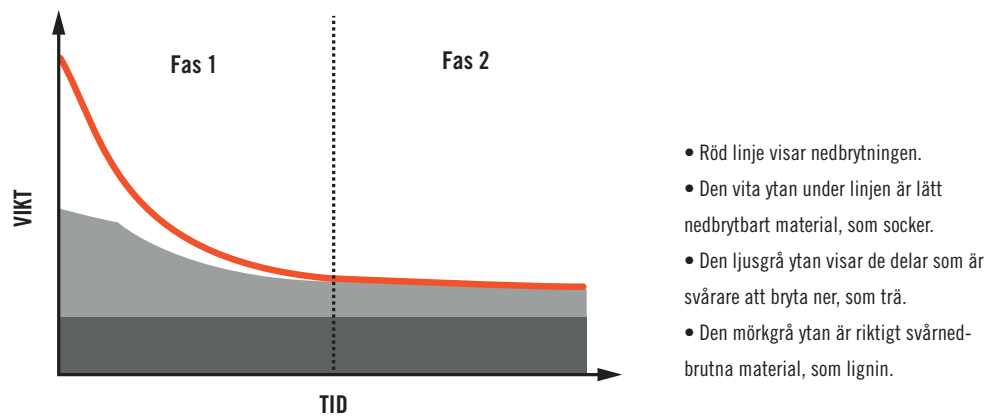
- a) Markdjur såsom skalbaggar och dagmaskar
- b) Rundmaskar och encelliga djur
- c) Bakterier och svampar

Figur 1: Nedbrytning av ett löv.

Hur snabb nedbrytningen är beror på:

1. **Var den äger rum**, till exempel hur fuktig och varm platsen är och hur mycket näring det finns i marken. Detta påverkar hur pigga mikroorganismerna är och hur mycket mat de behöver. Till exempel är nedbrytningen långsammare i kalla klimat än i varma klimat. Det gör att mindre koldioxid släpps ut i luften och mer lagras i marken.
2. **Vad som ska brytas ner** (t.ex. en gren jämfört med en blomma). Detta beror på att mikroorganismerna gillar vissa växtdelar bättre än andra. Precis som oss älskar mikroorganismerna att äta socker, men är inte lika förtjusta i hårdare material som till exempel trä.
3. **Vilka nedbrytare som finns på just den platsen**. Kvalster, maskar, svamp och bakterier bryter alla ner olika växtdelar olika snabbt.

¹ Ottosson och Widlund, 2004



Figur 2: Viktminskning av organiskt material under nedbrytningens två faser.

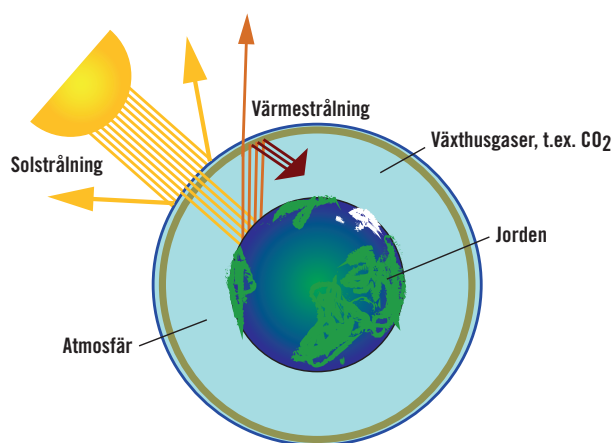
Allt organiskt material består av blandningar mellan material som är lätt att bryta ner (till exempel socker) och material som är svårare att bryta ner (till exempel trä). På grund av detta sker nedbrytningen i två olika **faser** (steg) – se figur 2.

I **fase 1** bryter nedbrytarna ner allt material som är lätt att bryta ner, och nedbrytningen går därför snabbt. Samtidigt omvandlas en viss del av det lättnedbrytbara materialet till material som är svårare att bryta ner – detta kallas för att materialet *stabiliseras*.

I **fase 2** återstår bara material som är svårt att bryta ner, och nedbrytningen går då väldigt långsamt. Materialet som är svårt att bryta ner är oftast det som blir kvar och bildar jord.

Hur fort de båda faserna går beror på: *var* nedbrytningen äger rum, *vad* som ska brytas ner och *vilka* nedbrytarna är.

Nedbrytning och klimatförändringar



Figur 3: En schematisk bild av växthuseffekten.

Gasen koldioxid (CO_2), som bildas när döda växter och växtdelar bryts ner, är en så kallad **växthusgas**. Växthusgaser gör så att jordens värme studsar tillbaka i atmosfären och återvänder till jorden i stället för att stråla ut i rymden (se figur 3). Detta kallas för "växthuseffekten". På det sättet blir mer energi kvar i atmosfären och temperaturen ökar.

Under det senaste århundradet har vi använt stora mängder fossila bränslen (t.ex. olja och kol). Det har gjort att koldioxidhalten ökat kraftigt och det är detta som ligger bakom den globala uppvärmningen – att hela vår planet blir varmare. Att bromsa uppvärmningen är en av de största utmaningarna i modern tid.

För hundra år sedan bestod luften av knappt 0,03 procent koldioxid. I dag är siffran ungefär 0,04 procent. Det är en mycket stor ökning.

Hur mycket koldioxid som finns i luften beror på hur mycket växterna tar upp i sin fotosyntes² och hur mycket som släpps ut. Utsläpp av koldioxid kommer bland annat från när döda växter bryts ner i jorden. Hur snabbt döda växter bryts ner kan därför påverka klimatet. En snabb nedbrytning leder till mer koldioxid och ett varmare klimat. En långsam nedbrytning leder till mindre koldioxid och kallare klimat.

Forskning om nedbrytning

Genom att studera hur döda växter bryts ner på olika platser i världen kan forskare lära sig mer om utsläppen av koldioxid. Hur är det till exempel i en tallskog i norra Sverige jämfört med en åkermark i Tyskland? Svaret på sådana frågor hjälper forskare att förstå varför mängden koldioxid i atmosfären ibland går upp och ibland ner. Det gör också att de kan räkna ut hur nedbrytningen kommer att påverkas av den globala uppvärmningen.

Tyvärr har forskarna använt många olika metoder och material i sina experiment när de har studerat nedbrytning på olika platser i världen. Det har därför varit svårt att jämföra resultaten mellan de olika experimenten. Ett annat problem är att många metoder för att mäta nedbrytning kräver mycket arbete och ofta inte heller blir så bra.

Men nu har forskare kommit på ett nytt sätt att studera nedbrytningen i jorden. Den nya metoden kallas ”**Tea Bag Index**”, TBI (”tepåse-index” på svenska). Det är denna metod som använts i Tepåseförsöket.

² I fotosyntesen använder gröna växter koldioxid, vatten och solenergi för att tillverka syre och kolhydrater (t.ex. stärkelse och socker).

Snabba fakta

1. Varje kubikmeter³ (m³) trä lagrar över 200 kilo kol. I Sveriges skogar finns totalt cirka 3 miljarder kubikmeter trä⁴.
2. Den svenska skogen är viktig för att binda kol. Dels finns det mycket skog, och dels släpps inte så mycket av koldioxiden ut på grund av det kalla klimatet i Norden.
3. I tropikerna går nedbrytningen väldigt snabbt. Ett fallet löv är borta inom någon månad. I norra Sverige tar det mer än tio år.
4. Nedbrytningstiden för ett apelsinskal är 2–5 veckor i Sverige⁵.
5. Det tar minst 10 år för en glasspinne i trä att brytas ner i en svensk skog. Och under vissa förhållanden kan det ta miljontals år innan glasspinnen har brutits ner fullständigt⁶.
6. De senaste 30 åren har jordens medeltemperatur, både på land och i haven, gått upp med ungefär 0,85 grader Celsius⁷.
7. Forskarna använder olika sätt att räkna ut hur mycket temperaturen kommer att öka till följd av klimatförändringar. Beroende på hur forskarna räknar tror de att att temperaturen kommer att öka med 1–4 grader Celsius under detta århundrade.

3 En kubikmeter är volymen av en kub där varje sida är 1 meter lång. 1 kubikmeter = 1 000 liter.

4 Källa: Lunds universitets kurslitteratur för NGEN03 Global Ecosystems Dynamics.

5 Källa: Håll Sverige Rent.

6 Källa: Seth-Fransson, 2001.

7 Källa: IPCC-rapport

Metod

Metoden i Tepåseförsöket går ut på att gräva ner tepåsar där själva påsen är gjord av plast. I jorden bryts teet i påsarna ner, men plasten finns kvar. Genom att väga tepåsarna före och efter de har varit i jorden går det att mäta hur mycket te som har brutits ner.

Att använda tepåsar är bra av två anledningar:

1. Det är enkelt att göra experimentet.
2. Alla forskare som vill studera nedbrytning i jord kan använda samma metod. Då kan forskarna jämföra sina resultat med varandra.

Två typer av te används i Tepåseförsöket: grönt te och rött te (rooibos). Grönt te består av material som nedbrytarna i jorden lätt kan bryta ner. Rött te är mer ”träigt” och svårare att bryta ner.

Tepåsarna med grönt och rött te grävs ner, och ligger sedan nedgrävda i 3 månader.

Det gröna teet bryts ner snabbare än det röda teet. Efter tre månader kommer det gröna teet att vara i fas 2 av sin nedbrytning, medan det röda teet fortfarande är i fas 1 (*se figur 2*). På så vis kan forskarna lära sig mer om de olika faserna av nedbrytning av organiskt material.

I Tepåseförsöket fick forskarna hjälp av svenska skolklasser att utföra experimentet. På våren valde varje klass ut en bra plats och grävde sedan ner alla sina tepåsar inom samma område. De placerade ett litet ”växthus” tillverkat av en avkapad PET-flaska ovanpå hälften av de nedgrävda tepåsarna. Dessa växthus skulle höja temperaturen i marken med någon grad. På så sätt ville forskarna undersöka hur klimatförändringar kan påverka nedbrytningen. För att mäta temperaturen i jorden under experimentets gång grävde eleverna ner två temperaturmätare på samma ställe som tepåsarna. Den ena temperaturmätaren grävdes ner under ett växthus och den andra utan.

På hösten grävde eleverna upp tepåsarna och temperaturmätarna igen. De tog också tre jordprover på samma ställe som tepåsarna grävts ner (*se figur 4*).

Material

Det mesta av materialet som används i Tepåseförsöket är billigt, återanvändbart eller återvinningsbart.



Klasserna ordnade på egen hand:

- 7 tomma LOKA-flaskor, 1,5 liter
(Det var viktigt att alla använde exakt samma flasksort till sina "växthus".)
- Såg eller ordentlig sax (att göra växthuset med)
- Vattenfast märkpenna, svart
- Spade eller sked att gräva med
- Pinnar att markera var tepåsarna grävts ner (till exempel grillpinnar eller sugrör)
- Genomskinlig tejp
- Linjal (för att mäta hur djupa groparna var)
- 4 plastpåsar (1-liters) till jordproverna
- Hammare (för att ta jordprovet)
- En varm och gärna solig plats inomhus där tepåsarna och jordproven kunde torka när de hade grävts upp (till exempel ett fönsterbräde)

På ForskarFredags webbplats fanns tre filmklipp som visade hur man

- gräver ner tepåsarna,
- tar ett jordprov,
- använder digitalvågen.

Varje klass grävde ner 12 tepåsar – 6 röda och 6 gröna – på tre olika ställen (*se figur 4*).

På varje ställe grävde eleverna ner

- en påse rött te med växthus
- en påse rött te utan växthus
- en påse grönt te med växthus
- en påse grönt te utan växthus.

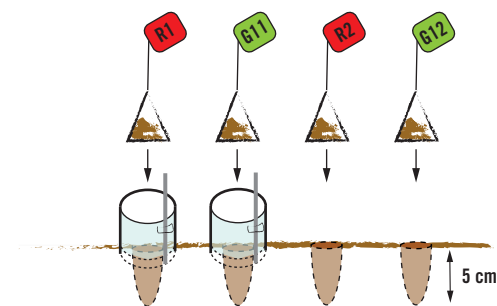
De fyra extra tepåsarna i paketet från forskarna kunde eleverna använda om något gick fel med de andra tepåsarna. De kunde också gräva ner de extra tepåsarna om de var många i klassen. Eller så kunde de koka te på dem och ta en fika när experimentet var utfört.

Vår (vecka 22–23)



Nedgrävning:

Klasserna skulle helst välja en naturlig ängsmark⁸ med låga växter (lägre än 30 cm) och minst 2 x 2 meter jämn växtlighet, där inte gödningsmedel använts nyligen.



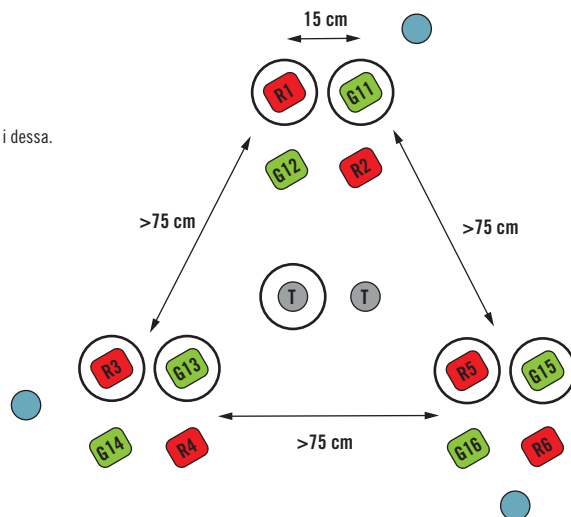
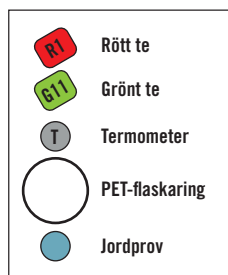
1. Eleverna grävde 12 hål som var 5 cm djupa och placerade en tepåse i varje hål enligt bilden. De mätte djupet med en linjal. Mellanrummet mellan tepåsarna skulle vara 15 cm. Eleverna höll i etiketten när tepåsen grävdes över så att etiketten stack upp ovanför jorden och skulle gå att hitta igen på hösten. De tryckte sedan ner jorden ordentligt med händerna.

2. Växthus sattes över 3 gröna och 3 röda tepåsar. Växthusens kanter trycktes ner ca 2 cm i marken. För att det skulle bli mer stabilt kunde eleverna trycka ner en eller två grillpinnar närmast växthusets kant och tejpa fast dem till plasten.

3. Eleverna grävde ytterligare två hål som var 5 cm djupa och la ner temperaturmätarna i dessa. De täcktes över med jord och ett växthus placerades över den ena temperaturmätaren.

4. För att hitta tillbaka till tepåsarna satte eleverna upp pinnar på platserna där tepåsarna och temperaturmätarna var nergrävda. De ritade också en skiss i formuläret över nedgrävningsplatsen.

5. I formuläret antecknade eleverna datumet då tepåsarna grävdes ner, vilken plats⁹, vilken sorts miljö (äng, åker, skog) och vilka växter som fanns runt grävplatsen.



Figur 4: En schematisk bild av experimentplatsen och nedgrävningen.

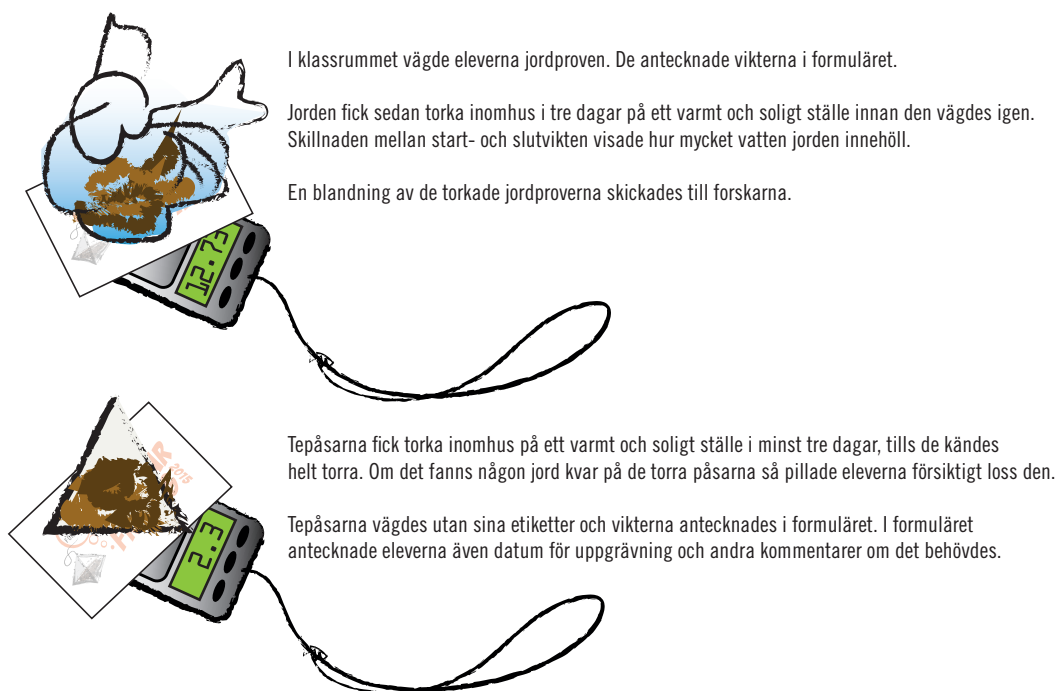
8 Till exempel en äng, kohage eller en gräsplätt i skogen. Inuti skogen var inte så bra eftersom träden skulle ge för mycket skugga. För mycket skugga gör att växthusen inte fungerar så bra. Fjällmark kunde gå bra, om det fanns tillräckligt med jord för att gräva ner tepåsarna. Odlad mark är inte så bra, eftersom den har blivit gödslad, vilket kan påverka resultatet. En vanlig gräsmatta var därför mindre lämplig för experimentet. Men om klasserna inte hade någon annan plats att använda gick det bra ändå.

9 Geografisk position togs fram via www.eniro.se, enligt instruktion i lärarhandledningen

Höst (vecka 35–36)

Eleverna grävde upp tepåsarna försiktigt så att inte märkningen eller tepåsen skulle skadas. Jord och rötter som fastnat på tepåsen pillades bort.

De grävde också upp temperaturmätarna och tog ett jordprov bredvid varje plats där tepåsarna var nedgrävda (totalt tre jordprov). För detta användes plastrännan i paketet från forskarna. Jordproven placerades i varsin plastpåse.



Figur 5. Vägning efter uppgrävning av jord och tepåsar.

I det frankerade kuvertet lade eleverna ner

- det ifyllda formuläret,
- temperaturmätarna,
- plaströret med jordprovet och postade det till forskarna.

Klasserna var färdiga med sin insats! Nu var det forskarnas tur att sätta igång och jobba. →





Figur 6. Bild från Norrgårdsskolan, Vetlanda kommun. Foto: läraren Dennis Toll



Figur 7. Här är fler bilder som klasserna la upp på Tepåseförsökets Facebookgrupp när de grävde ner sina tepåsar. Redan då anade forskarna att resultaten skulle visa på en stor temperaturskillnad mellan olika delar av landet. Kan du se varför? Foto: Carina Backman, Fredrik Bronéus, Judith Sarneel, Karolina Lina Gustafsson, Lena Söderström och Maria Petterson.

Resultat

Deltagare

Över 550 klasser anmälde att de ville vara med i försöket. Tyvärr hade vi bara utrustning för 250 klasser. Vi valde därför ut de skolor som skulle ge den bästa spridningen över Sveriges yta.

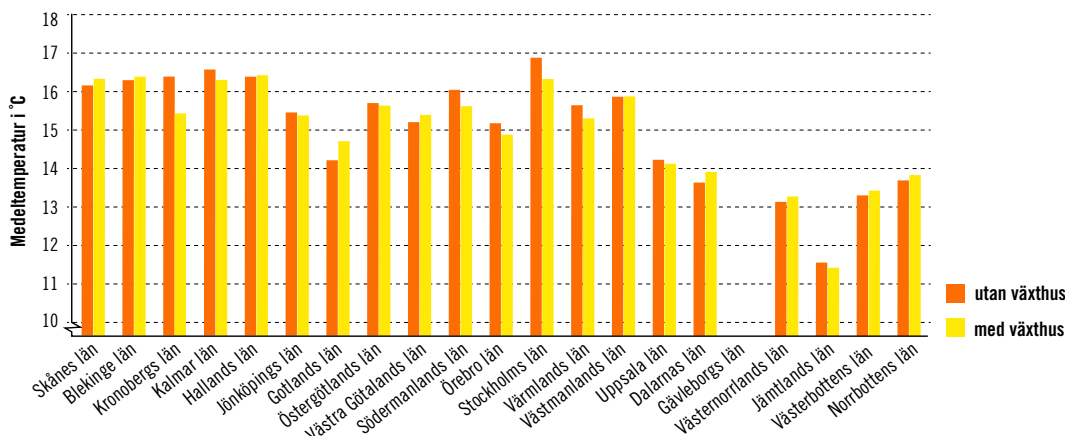
På våren rapporterade 225 av klasserna (90 % av de 250 klasserna) att de hade grävt ner sina tepåsar.

På hösten, när experimentet var klart, fick vi in 167 rapporter. En del experiment hade gått lite snett, men 134 klasser skickade in resultat som vi kunde använda.

Under sommaren försvann en del av växthusen som satt ovanpå de nedgrävda tepåsarna. Detta händer ofta vid såna här experiment. I resultaten har vi räknat bort dessa tepåsar, eftersom vi inte vet hur lång tid som de låg under växthusen. Vi har också strukit tepåsar som det var håll i.

Temperatur

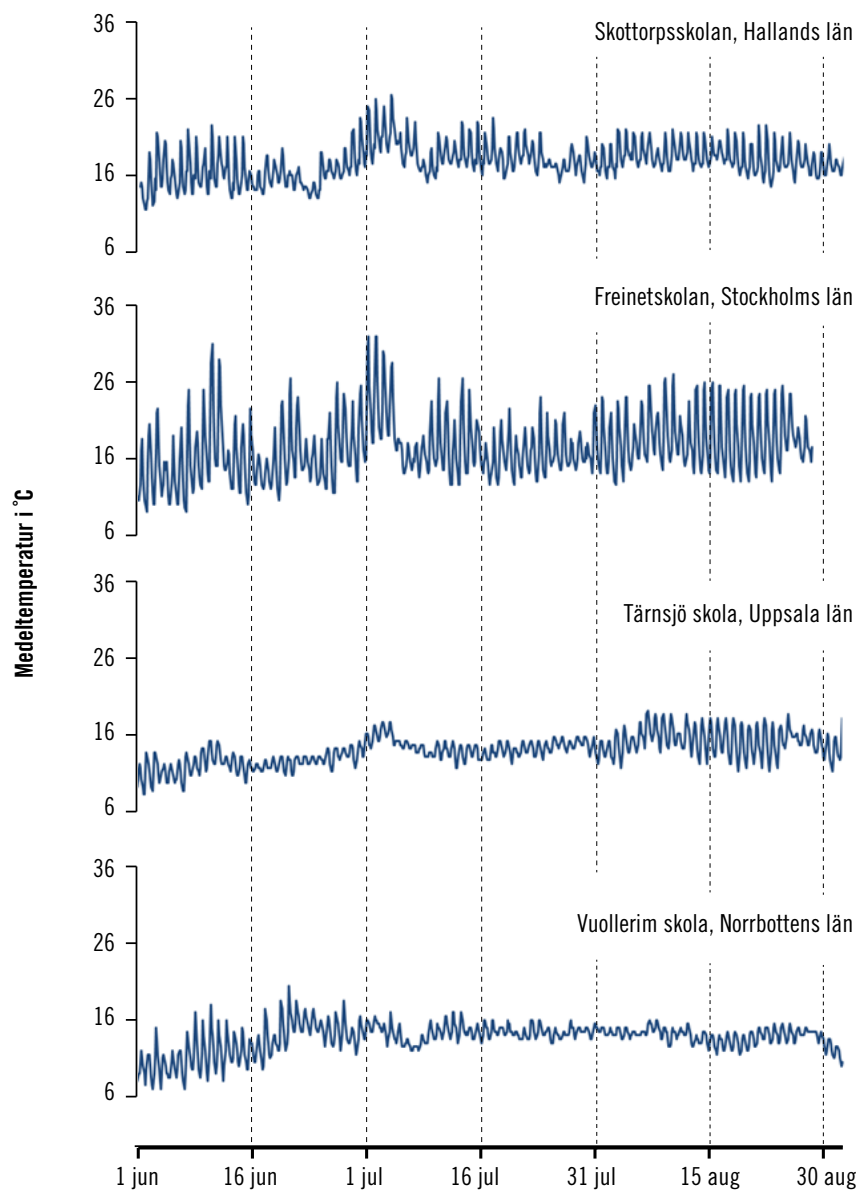
Klassen med lägst medeltemperatur i jorden hade 9,8 grader Celsius vid sina nedgrävda tepåsar. Den högsta medeltemperaturen som någon klass uppmätte var 20,5 grader Celsius. Temperaturerna var mycket högre i söder än längst upp i norr¹⁰.



Figur 8. Medeltemperatur i jorden i olika län. Orangea staplar visar temperaturen *utan* växthus, och gula staplar visar temperaturen *med* växthus.

¹⁰ Medelvärdet räknas ut genom att det sammanlagda värdet av mätningarna delas med antalet mätningar. Till exempel: Medelvärdet av temperaturerna 14, 18, 13 och 7 grader Celsius blir $(14 + 18 + 13 + 7) / 4 = 13$ grader Celsius.

Under de tre månader som tepåsarna låg i jorden ökade temperaturen först gradvis och vid försökets slut hade den börjat sjunka igen. Detta tyder på att försöket täckte den period vi ville mäta. I *figur 9* finns exempel på hur temperaturen i jorden ändrades under försökets gång och hur den varierade mellan dag och natt för fyra skolor.

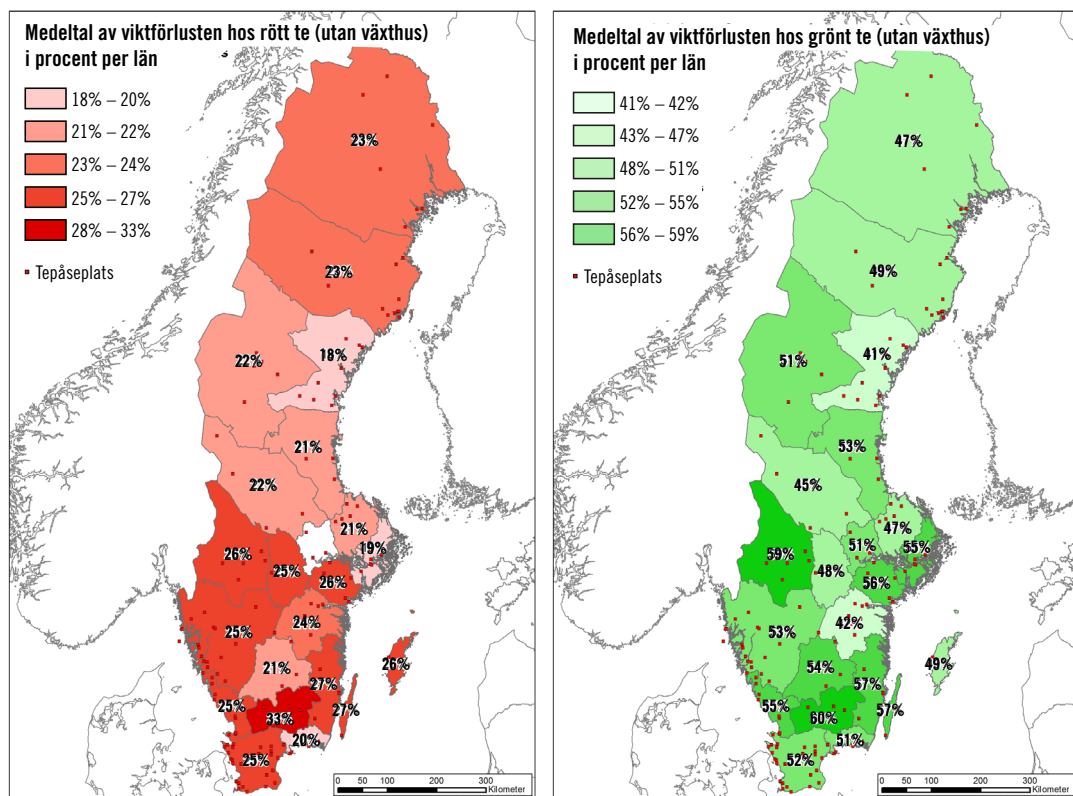


Figur 9. Temperaturen i jorden hos fyra av de deltagande skolorna.

Växthuset höjde temperaturen med i medeltal 0,1 grader. Men höjningen är så liten att vi inte kan vara säkra på om det är växthuset eller slumpen som är orsaken.

Hos en tredjedel av klasserna ökade temperaturen innanför växthuset med mer än 0,1 grader (*se figur 8*). Hos lite mindre än en tredjedel sjönk temperaturen innanför växthuset (också med 0,1 grader).

Nedbrytning av grönt och rött te



Figur 10. Nedbrytning av rött och grönt te i Sverige¹¹. Karta: Michael Schwartz, AGES, Österrike.

Klasserna rapporterade in hur mycket deras röda och gröna tepåsar hade minskat i vikt. Med hjälp av detta räknade vi ut hur stor del av teet som hade brutits ner under försöket. En liten viktminskning betyder att bara lite av teet har brutits ner. För varje klass räknade vi ut ett medelvärde för rött och grönt te, med och utan växthus.

¹¹ Vi fick inte tillräckligt med rapporter från Västmanlands län för att räkna ut medelvärdet för det röda teet, eftersom flera klasser inte kunde hitta sina tepåsar efter sommarlovet. Länet är därför vitt på kartan.

Nedbrytningen av grönt och rött te var olika snabb i olika delar av landet. *Figur 10* visar teernas viktminskning i varje län, för tepåsar utan växthus. De norra delarna av landet har ljusare färg – alltså går nedbrytningen långsammare här. Vi hittade därmed ett **omvänt samband** mellan breddgrad och nedbrytning av grönt och rött te – det vill säga: ju *lägre* breddgrad, desto *högre* nedbrytning (och tvärtom). Nedbrytningen var alltså snabbare ju längre söderut i landet tepåsarna var nedgrävda. Men det fanns också flera fall där sambandet inte stämde.

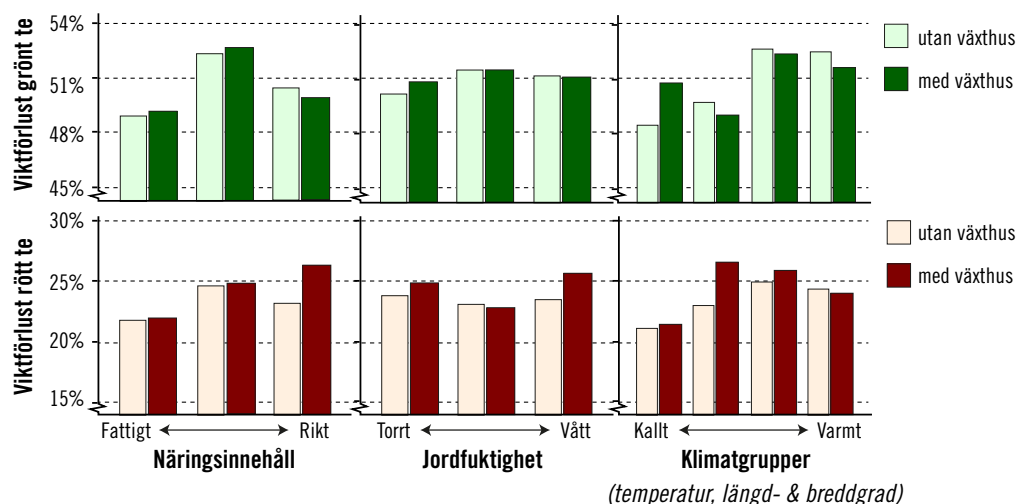
Vad påverkar nedbrytningen mest?

När vi delar upp klassernas resultat i **klimatgrupper** baserat på deras breddgrad, längdgrad och uppmätta jordtemperaturer, så kan vi se i *figur 11* att de kallare klimatgrupperna har långsammare nedbrytning än de varmare.

Jorden var **fuktigare** på experimentplatser som hade mycket skugga. I formuläret hade klasserna kryssat i hur mycket skugga som fanns på en skala från 1 till 5, och vi jämförde dessa kryss med deras uppmätta jordfuktighet. Hur fuktig eller skuggad jorden var verkade dock inte påverka nedbrytningen av vare sig rött eller grönt te.

Jordens **näringsinnehåll** påverkade nedbrytningen av teerna. Nedbrytningen var långsammast i jordar som var fattiga på näring, och snabbare i mer näringsrika jordar.

Av dessa tre faktorer, **klimat** (temperatur, längdgrad och breddgrad), **jordfuktighet/skugga** och **näring** i jorden, verkar klimat ha störst effekt på nedbrytningen av både grönt och rött te.



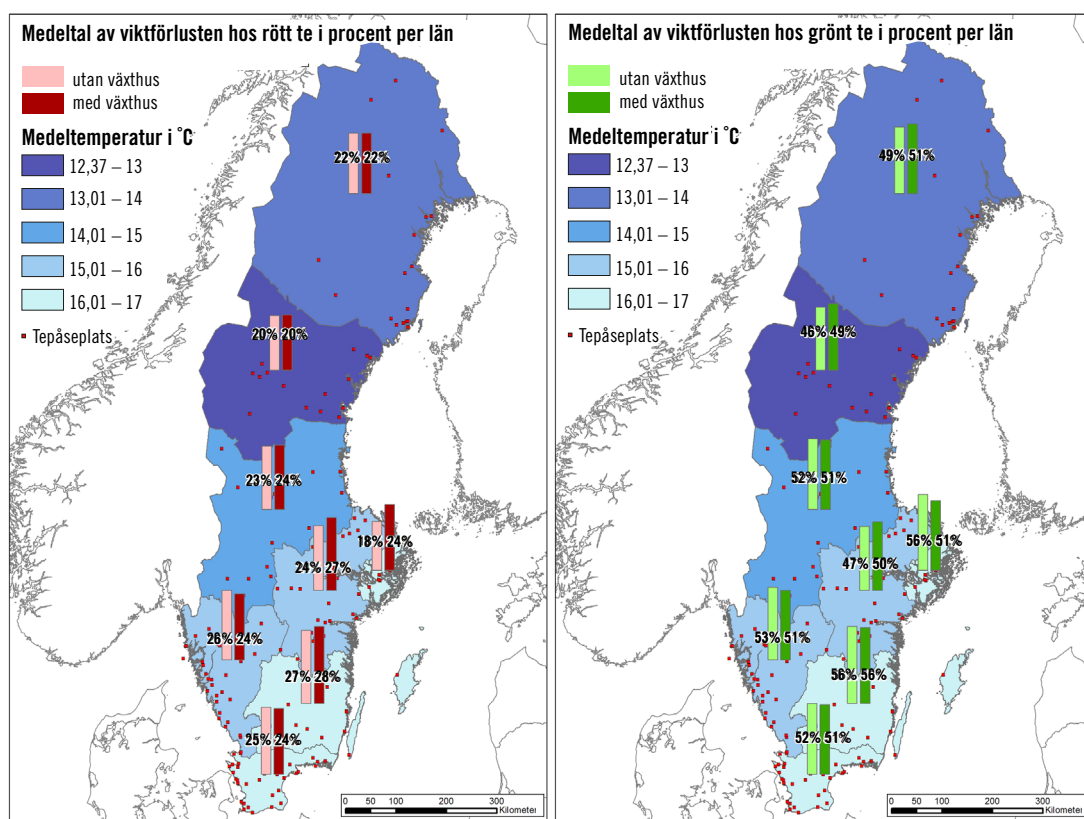
Figur 11: Effekter av jordens näringsinnehåll, jordfuktighet och klimat på nedbrytningen av rött och grönt te.

Växthusets effekt på nedbrytningen

För att studera växthusets effekt på nedbrytningen använde vi samma klimatgrupper som tidigare för att dela upp klassernas resultat, se *figur 12*.

Det visade sig att växthuset ökade nedbrytningen av rött te, trots att det inte hade någon effekt på temperaturen. Ökningen var särskilt stor i den södra delen av Sveriges östkust. I medeltal var skillnaden mycket liten (lite mindre än en procent). Växthuset verkade ha störst effekt i näringsrik jord.

För det gröna teet såg vi bara en effekt av växthuset i den kallaste klimatgruppen.



Figur 12. Effekt av temperatur och växthus i olika delar av Sverige. Karta: Michael Schwartz, AGES, Österrike

Diskussion

Klasserna

Skolklasserna utförde försöket och rapporterade på ett mycket bra sätt. Facebook-sidan gjorde det lätt för oss att nå och diskutera med många av deltagarna. Det var roligt att följa deras arbete i text och bilder. Eleverna tycks ha tagit försöket på stort allvar och arbetat noggrant och koncentrerat med forskningen.

Fler klasser än vi hade väntat oss genomförde försöket. I ett tidigare försök delade vi ut tepåsar vid seminarier, en vetenskapstävling och till ett antal högstadieskolor. Då fick vi bara in 5 procent användbar data. I ett liknande projekt med engelska trädgårdsmästare fick vi in ungefär 40 procent användbar data. I Tepåseförsöket fick vi in närmare 54 procent användbar data! Vi tror att de engagerade lärarna spelade en viktig roll för att det blev ett så lyckat resultat.

Klasserna som misslyckades med att gräva upp sina tepåsar hade ofta fått experimentet förstört under sommaren. I några fall hade vilda djur stört grävplatsen. Andra hade fått besök av gräsklippare eller campare. Och för några hade hela experimentet plöjts bort. En del lärare bytte jobb och hade svårt att överlämna försöket till sina efterträdare. En del klasser vet vi inte varför de valde att avbryta försöket.

Nedbrytningen av grönt och rött te

Vi hade väntat oss att klimatet skulle ha en stor effekt på nedbrytningen. I varmare klimat behöver nedbrytarna nämligen inte använda så mycket energi (t.ex. för att hålla sig varma). De kan därför arbeta mer effektivt med att bryta ner växtmaterialet. I resultaten såg vi att nedbrytningen var snabbare i varma klimat. Det här mönstret var starkare för det röda teet än för det gröna.

Det fanns en stor variation i resultaten. Till exempel var nedbrytningen ibland långsam i varmare klimat och snabb i kallare klimat. Detta kan bero på att olika faktorer som jordfuktighet, näringsinnehåll, lokala klimatskillnader och nedbrytare tillsammans kan påverka nedbrytningen på olika sätt. När det är varmt torkar jorden till exempel lättare ut, och medan värme gör att nedbrytningen går snabbare, gör torka att den går långsammare. Och hur mycket jorden torkar ut beror bland annat på vilken sorts jord det är och hur mycket skugga det är på platsen.

I Tepåseförsöket såg vi inte någon större effekt av temperaturen på jordfuktigheten. Vi tror därför att andra, lokala miljöfaktorer spelar den viktigaste rollen för variationen. Sådana faktorer kan vara vilken typ av växter som fanns på platsen, hur höga växterna

var, hur mycket den skuggades av träd eller hur mycket näring som fanns i jorden. Vi såg till exempel att näringsrika jordar hade en snabbare nedbrytning än näringsfattiga. Förklaringen kan vara att nedbrytarna kan använda näringen i jorden som extra energi, vilket gör det lättare för dem att bryta ner växtmaterialet.

Effekten av växthusen

Vi hade också väntat oss att växthuset skulle ha större effekt i kalla klimat än i varma. När det redan är varmt i jorden så blir nedbrytarna inte piggare av mer uppvärmning. Uppvärmningen kan i stället göra nedbrytningen långsammare. Anledningen är att den kan sänka fukthalten i jorden, och då minskar nedbrytarnas aktivitet.

Resultaten ger stöd för det antagandet, även om det inte är ett särskilt starkt stöd. Vi är förvånade över att inte växthuset gjorde någon skillnad för nedbrytningen av rött te i den kallaste klimatgruppen. Detta har vi inte någon bra förklaring till.

Växthuset *sänkte* i vissa fall temperaturen. Detta kan till exempel bero på att den varma luften innanför växthuset gör att växterna där växer snabbare. Större växter leder till mer skugga, som gör att temperaturen sjunker. Det kan även hända att kall nattluft "fastnar" innanför växthuset och sänker temperaturen. När varma vindar höjer temperaturen utanför flaskan kan det hända att solen inte lyser tillräckligt starkt för att höja temperaturen innanför lika mycket. Det här har forskare ibland sett då de använt mycket större växthus i sina experiment.

Det var intressant att växthuset hade störst effekt på näringsrika jordar. Detta har forskare tidigare sett i laboratorium, men knappt alls ute i naturen. Fenomenet förklaras ofta med att nedbrytarna blir mer uppgiggade av den ökade temperaturen när det finns extra näring i jorden. Näringen kan ge dem tillräckligt med energi för att bli ännu mer aktiva.

Att växthuset ökade nedbrytningen av rött men inte grönt te kan bero på att nedbrytningen av grönt te redan var så snabb som den kunde bli. Grönt te är lätt att bryta ner, och i hela försöket hade vi en väldigt snabb nedbrytning av det gröna teet. Det kan betyda att nedbrytarna hade brutit ner det gröna teet nästan fullständigt hos alla klasser, och därför kunde vi inte se någon skillnad av växthuset.

Eftersom det röda teet bryts ner långsammare hade nedbrytarna inte brutit ner det lika mycket som det gröna teet. Effekten av växthuset kunde därför kanske ses tydligare för det röda teet. Detta kan också förklara varför växthuset hade störst effekt i de kallaste klimaten där nedbrytningen inte hade hunnit lika långt.

Vad har vi lärt oss av experimentet?

Tepåseförsöket bekräftar hur viktigt klimatet är för nedbrytningen – och visar det tydligare än de flesta andra vetenskapliga studier hittills har gjort. Försöket visar att *breddgrad* är viktigast för nedbrytningen. Viktigare, till exempel, än enbart temperaturen i jorden.

Försöket visar också att särskilt den första fasen i nedbrytningen påverkas av ett uppvärmt klimat. Detta såg vi på det röda teet, som bryts ner långsamt och därför fortfarande var i sin första nedbrytningsfas. Den *totala mängden* av växterna som bryts ner påverkades inte särskilt mycket av klimat och temperatur. Detta såg vi på det gröna teet, som verkade ha brutits ner nästan fullständigt överallt. Den här jämförelsen är unik för Tepåseförsöket och är något som vi ska forska vidare på.

Att växthuset ökade nedbrytningen mest i näringsrika jordar är ett annat viktigt resultat. Många forskare diskuterar hur temperaturökning och näringshalt i jorden påverkar varandra. Klimatförändringarna leder ofta till uppvärmning och att näringsämnen i jorden blir lättare för nedbrytarna att komma åt. Det är därför viktigt att vi lär oss mer om hur samspelet mellan uppvärmning och näring ser ut.

Vad händer nu med resultaten?

Resultaten kommer att tas med i en världskarta över jordens nedbrytning, som kommer att vara klar år 2019. Redan i juni 2016 kommer resultaten från Tepåseförsöket att finnas med på kartan för *The Tea Bag Index* på webbplatsen www.decolab.org/tbi.

Under 2016 kommer experimentet att fortsätta i Nederländerna, Belgien, Tyskland och Storbritannien för att samla in mer data från varmare och kallare klimat.

I år har 25 forskare kommit överens om att gräva ner tepåsar i mini-växthus runtom i världen. De sammanlagda resultaten kommer att presenteras i en vetenskaplig artikel som ska publiceras i en vetenskaplig tidskrift. Vi vill också använda resultaten från Tepåseförsöket för att jämföra kvaliteten på data som är insamlad av forskare och data som har samlats in av icke-forskare.

Slutligen vill vi rikta ett varmt tack till alla lärare och elever som var med och gjorde Tepåseförsöket till ett så lyckat experiment. Vi hade aldrig kunnat samla in så mycket data utan er hjälp!

Referenser

- Hjärnkontoret svarar, av Jacob Seth-Fransson. 2001. ISBN: 91-29-65441-6.
- Håll Sverige Rent. Hämtad 2015-01-26.
http://www.bsr.se/sites/default/files/content_media/nedbrytning_bla_0.pdf
- IPCC Rapport, Climate Change 2007: Synthesis Report. (Valencia, Spain, 12–17 November 2007)
- Lehtinen T., Dingemans B., Keuskamp J., Hefting M. och Sarneel J.
Tea4Science – Soil Science Lesson and Activity Plan. Natural Sciences Education.
- Lunds universitets kurslitteratur för NGEN03 Global Ecosystems Dynamics.
Hämtad 2015-01-26. <http://www.nateko.lu.se/courses/ngen03/Skogen%20och%20klimatet.pdf>
- Sarneel J. M. Tea Time for Science. Appendix A: Research program.
- Äventyret NATUREN av Mats Ottosson, Åsa Ottosson och Filippa Widlund. 2004.
ISBN: 91-638-3999-7

För mer information:

Tea Bag Index Projektets hemsida: <http://www.decolab.org/tbi/>

Facebook: <https://www.facebook.com/groups/teparseforsoket/> och <https://www.facebook.com/tea-bagindex>

Basinformation om nedbrytning:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Decomposition> (på engelska)

<http://www.vaxten.slu.se/index2.html>

Film om årliga cykler av kolhaltiga utsläpp (för äldre elever):

<http://www.vox.com/2014/11/19/7246067/nasa-animation-carbon-dioxide> (på engelska)

Hur mäts nederbörd:

<http://svn.universeum.se/mattenheter.htm>

<http://www.smbi.se/kunskapsbanken/meteorologi/hur-mats-nederbord-1.637>

Information om jordar:

På svenska: <http://www.ntaskolutveckling.se/Teman/Jord1/#contents>

På engelska: <http://www.soils4teachers.org>

Jordfraktioner (på engelska): <http://eisforexplore.blogspot.nl/2013/03/soil-density-column.html>

Kolcykeln och klimatförändringar: <http://epa.gov/climatestudents/basics/today/carbon-dioxide.html>

Bilder och namn på växter:

http://www.bioresurs.uu.se/kurs/kurs_miljooklimat2008_3.cfm?page=32

<http://www.luontoportti.com/suomi/sv/kasvit>

<http://www.naturstigen.fi/vaxtplatsen/kolla-in-vaxterna> och <http://www.digiflora.se/>



www.forskarfredag.se

