



**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap**  
**Hippologenheten**

**Seminariekurs i hästens biologi, 5 hp**

**2013**

**Hästens välmående i lösdrift jämfört med box**

*Natalie Berg*

**Strömsholm**

**HANDLEDARE:**

*Karin Morgan, Strömsholm*

---

Seminariekurs i hästens biologi (HO0084) är en obligatorisk del i hippologutbildningen och syftar till att ge de studerande grundläggande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt kunna analysera och relatera olika värden, samt redogöra för uppgift skriftligt och muntligt. Föreliggande arbete är således ett studentarbete på A-nivå och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund.

## **INNEHÅLL**

INLEDNING .....	4
Problem .....	4
Syfte .....	4
Frågeställning .....	4
Avgränsningar .....	4
MATERIAL OCH METOD.....	5
RESULTAT .....	5
Stereotypier .....	5
Inridningssituationen .....	6
Grupphållning.....	6
Skaderisk .....	7
DISKUSSION .....	7
Slutsats .....	9
SAMMANFATTNING .....	9
REFERENSER.....	10

## **INLEDNING**

Att ha hästar på lösdrift blir allt mer accepterat, och det blir vanligare med aktiv grupphästhållnings system och liknande. Det är fortfarande absolut vanligast med det traditionella inhysningssystemet med enhästboxar och paddockar, där hästar får begränsad eller ingen fysisk kontakt med andra hästar, trots att de fysiska och psykiska behoven tillgodoses bäst då hästarna går i grupp. En häst som får sina naturliga behov tillfredsställda har större chans till psykiskt och fysiskt välmående. Grupphållning har även positiv effekt för relationen mellan hästar och på relationen mellan häst och människa när man tränar hästen. (Hartmann et al., 2012)

Studier har undersökt motiv till varför hästägare vill ha lösdrift eller varför de föredrar boxar. Motiv till att använda lösdrift och gruppboxar är bland annat att det är naturligt för hästar att vara i flock och det är detta de väljer om de har möjlighet (Nilsson, 2009), hästarna blir harmoniskare (Lagerhjelm & Mattsson, 2013), problem med kvickdrag och svullna ben försvinner när hästarna får röra sig fritt, hästarna blir friskare och starkare (Nilsson, 2009; Lagerhjelm & Mattsson, 2013). Hästarna får en bättre miljö för luftvägarna (Nilsson, 2009), lösdrift har också ekonomiska och ergonomiska fördelar (Nilsson, 2009; Lagerhjelm & Mattsson, 2013). Motiv till varför man föredrar boxar är att bland annat att boxar är säkrare ur skadesynpunkt, det är också säkrare för människan med boxar jämfört än med lösdrift (Nilsson, 2009; Lagerhjelm & Mattsson, 2013), inridningssituationen underlättas, på lösdrift blir hästen osocial och förvildad (Lagerhjelm & Mattsson, 2013) och det är lättare att hålla koll på vad hästarna äter och dricker i box (Nilsson, 2009).

### **Problem**

Majoriteten hästägare vill ha sina hästar på box bland annat för att minimera skaderisken, för att den är mer lättillgänglig och för att ha mer kontroll på hästen. Problemet med uppstallade hästar är att de löper större risk att må psykiskt dåligt då de inte får alla behov tillfredsställda. Det kan leda till stereotypier och ge problem med luftvägarna mm. Detta är inte ett problem för hästar som går på lösdrift.

### **Syfte**

Denna studie ska jämföra för- och nackdelar med inhysning i lösdrift jämfört med boxstall utifrån hästens välfärd.

### **Frågeställning**

Får hästarna sina naturliga behov bäst tillfredsställda på box eller på lösdrift/ i grupphållning?  
Hur påverkas inridningssituationen av inhysning individuellt eller i grupp?

### **Avgränsningar**

I detta arbete undersöks övergripande för och nackdelar med lösdrift och boxstall och fokusera på hästhållares motiv till varför de är för/emot lösdrift. Det kommer inte behandla utfodringssystem då det är en uppsats i sig. Inte heller inhysning för hingstar eftersom man då har fler faktorer att ta hänsyn till. Ekonomi och ergonomi tas inte upp.

## MATERIAL OCH METOD

Sökguider som använts för att hitta artiklarna till studien är Primo, Web of Knowledge och Google scholar. De sökord som använts på varje sökguide är:

- “Equine/horse” och “group-housed” (*group housing*)
- “Equine/horse” och “Active Stable”
- “Equine/horse” och “open barn system”
- “Equine/horse”, “social behavior” och “group housing”

## RESULTAT

### Stereotypier

Cooper och Mason (1998) har gjort en *review* om uppstallade hästarnas beteende. Djur som hålls fångna kan ofta lägga sig till med beteenden som anses onormala. I stall kan inte hästar välja foder eller ättider, deras sociala kontakt och rörelsefrihet är begränsad, detta går emot deras naturliga beteende och därför kan de i stallmiljö utveckla onormala beteenden eller stereotypier. För hästar räknas onormalt beteende som krubbitning, luftsnapning, vandring, boxvandring, när de väver, skrapar med hovar, sparkar i väggar och biter sig själv mm. Många av dessa beteenden som uppkommer i stallmiljö gör skada på hästarna. Till exempel kan krubbitning slita ut tänderna och kan ibland kopplas samman med kolik. Vävning och boxvandring kan göra skada på muskler. (Cooper & Mason, 1998)

Ett onormalt beteende kan vara ett problem för hästen om den blir fysiskt skadad eller om det uppstår för att hästen vantrivs i en dålig miljö. För att undvika stereotypier måste man ha kunskap om och förstå hästens beteenden och behov samt hur de påverkas av stallmiljön. Hästhållningen är ett första steg till att motverka stereotyper. Stereotypier såsom vävning och boxvandring är relaterade till motion och kan bli bättre av att de får oftare eller längre motion. Det kan också hjälpa att ge mer möjlighet till utevistelse eller social kontakt. Stereotypier liksom luftsnapning och krubbitning kopplas ihop med foder som har hög smältbarhet men lite fibrer. Genom att ge hö som har högt fiberinnehåll minskas beteendet. Det kan bero på att det tar längre tid att äta och smälta maten och då mindre tid till stereotypiera, men kan även ta bort motivationen till att till exempel krubbita. (Cooper & Mason, 1998)

Att flytta hästen till lösdrift gör inte alltid att stereotypbeteendet försvinner. Det kan bero på att miljöbytet inte tar bort motivationen till beteendet, till exempel kan hunger egga ett beteende och det kanske inte tillfredsställs på lösdrift heller. Det kan också vara så att beteendet har blivit så pass invant och etablerat att det inte hör ihop med grundorsaken längre och då försvinner inte beteendet trots miljöbytet. (Cooper & Mason, 1998)

Det finns metoder att ta bort stereotypier, till exempel kan boxdörren ha v-form som hindrar hästen från att väva där, man kan skära av musklerna som används vid krubbitning och luftsnapning, detta tar dock inte bort orsaken till beteendet och hästen kan hitta andra sätt att få utlopp för beteendet. Genom att ta bort alla ytor hästen kan krubbita på kan beteendet ta bort men hästen får då istället ökad blodkortikosteroid utom då hästen har tillgång till hö. (Cooper & Mason, 1998)

Beteendestörningar är oönskade om de är skadliga eller om de är tecken på dålig miljö, men de behandlas i regel enbart om beteendet är oönskat hos människor. Det behövs kunskap om det oönskade beteendet för att veta varför det uppkommer och hur det ska förhindras. När beteendet är skadligt eller ett tecken på dålig miljö är det bästa botemedlet att ta bort de underliggande orsakerna i hästens miljö. Genom att hitta orsakerna till problemet istället för

att hindra beteendet i sig riskerar du inte att försämra hästens livskvalitet och förhindrar att hästen utvecklar det stereotypiska beteendet. (Cooper & Mason, 1998)

Visser et al. (2008) har gjort en studie där de undersöker effekten av två vanliga hästhållningsmiljöer på unga hästar som blir uppstallade för första gången och hur deras välmående och beteende påverkas. Trettiosex tvååriga danska varmblood, 18 ston och 18 hingstar, användes till studien som varade i 12 veckor. Hälften av hästarna blev uppstallade i individuella boxar och andra halvan blev uppstallade i parboxar. Under de första tre veckorna togs hästarna inte ut ur boxarna mer än vid mockning. Övriga veckor fick de komma ut 20 min per dag för träning. Under de första tre veckorna observerades hästarnas beteende. I slutet av studien gjordes psyktest och temperamenttest på hästarna. Testen som användes var *CRF challenge test* – som testade stress, och *Novel Object test* – som testade beteendereaktionen på nya saker. Vecka tolv testades hästarna i *Novel Object test* då hästarna fick bära pulsmätare. Varje häst släpptes själv i ett ridhus i fem minuter, en dold person observerade beteendet och en dold kamera var uppsatt i ett hörn. Efter två minuter firades ett paraply ner från taket och man dokumenterade hästarnas reaktion och puls. (Visser et al., 2008)

Särskilt i första veckan efter uppställningen spenderade de parhållna hästarna mer tid till att äta medan de individuellt hållna hästarna vilade eller sov. Stressrelaterade beteenden som gnägning, skrapa med hoven, tugga på väggar och snorkla förekom oftare hos hästarna i de individuella boxarna. De var också signifikant mer vaksamma än de parhållna hästarna. I slutet av studien visade 67 % av de individuellt hållna unghästarna en eller flera stereotypier. Fyra hästar hade börjat krubbita, åtta hästar vävde varav fyra också börjat boxvandra. Ingen av parhästarna hade utvecklat någon stereotypi. Viktökningen var signifikant högre för de parhållna hästarna. *CRF* testet visade mer stress för de individuellt hållna hästarna. *Novel Object* testet gav ingen effekt generellt sett. Det är bevisat att det är stressfullt för unga och oerfarna hästar att plötsligt bli isolerat uppstallade, vilket leder till att de gärna utvecklar stereotypier och onormala beteenden. (Visser et al., 2008)

## **Inridningssituationen**

Rivera et al. (2002) gjorde en studie på 16 stycken tvååriga arabiska fullblood. Unghästarna delades i två grupper, en med 12 stycken som skulle ingå i träning varav sex var individuellt uppstallade och sex gick på lösdrift. Den andra gruppen var en kontrollgrupp på fyra araber där två stod på stall och två på lösdrift. Träning utfördes fem dagar per vecka i 28 dagar. Dag 0, 7, 21 och 28 videofilmades och undersöktes. De tränade med habitation, sadeltämjning och red in hästarna. De gjorde även beteendestudie dessa dagar då de använde *ObserverTM* program. (Rivera et al., 2002)

Överlag tog det längre tid för de uppstallade hästarna med grundträningen innan ridningen varje träning än för de frigående hästarna. Dock ingen skillnad första dagen. De uppstallade hästarna krävde mer habitation innan uppsittning, tränarna fick stryka de uppstallade hästarna med schabraket fler gånger innan de stod still jämfört med de frigående hästarna. De uppstallade hästarna spände också upp nacke och huvud signifikant fler gånger och de bockade och skyggade oftare än de frigående hästarna. Det psykologiska undersökningsmaterialet kunde inte identifiera skillnader mellan inhysningsgrupperna men materialet på beteendeundersökningen visade att frigående hästar har lättare att ta till sig träningen än uppstallade hästar. (Rivera et al., 2002)

## **Grupphållning**

Hartmann et al. (2012) har gjort en *review* om grupphästhållning. De flesta hästar är uppstallade i enskilda boxar och går ofta själva i paddockar på dagarna vilket minimerar

hästarnas kontakt med andra hästar. Det är förvånande att hästhållningen inte förändrats i större utsträckning när det är bevisat att det bäst uppfyller hästarnas fysiska och psykiska behov då hästarna går i grupp. När hästarnas behov av social kontakt med andra hästar tillgodoses ges positiv effekt även på relationen mellan häst och människa. För att minimera risken för olyckor och för att häst och ryttare ska må bra är det viktigt att relationen mellan häst och människa är positiv. Det som påverkar relationen är till exempel, tidig träning och erfarenhet, stam och temperament, men även hästhållningen, inhysningssystem och möjlighet till social kontakt med andra hästar. (Hartmann et al., 2012)

De finns inte många studier om relationen mellan häst och människa då hästen hålls i grupp. En studie av Sondergaard och Halekoh från 2003 visade att hästar som går ensamma var mer intresserade av att söka kontakt med en människa än gruppållna hästar. Dock var intresset inte alltid på önskvärt vis för de ensamma hästarna då det till exempel ville bitas. I en studie av Jorgensen et al. från 2011 om hur övriga hästar reagerar och hur det går då en häst i en grupp ska fångas och tas ifrån gruppen, vilket är en situation som kan vara en säkerhetsrisk, visade att i en fjärdedel av fallen då en häst skulle tas ifrån gruppen så kom andra hästar fram till personen och hästen som leddes. Det är naturligt att hästar följer varandra i gruppen då de är flockdjur. Om en individuell häst följer efter en häst som leds beror på olika saker till exempel, beroende på hästarnas relation till varandra och deras sociala status, hur många hästar som redan rör på sig och hur långt det är mellan hästarna. Det påverkades inte av vilken rang hästarna hade. (Hartmann et al., 2012)

## **Skaderisk**

Knubben et al. (2008) gjorde en studie för att undersöka riskfaktorer och förekomsten av bit- och sparkskador på hästar. Studien gjordes i Schweiz där man skickade ut frågeformulär till hästägare. I formuläret fanns frågor om ras, ålder, kön, inhysningssystem, kontakt med andra hästar, användningsområde, träning, utfodring och hälsa. Hästägarna skulle rapportera skada och sjukdom som uppkommit inom ett år och var diagnostiserat av veterinär. Ägarna skulle också beskriva hur hästen fått eventuell skada. De fick in data på sammanlagt 2912 hästar. (Knubben et al., 2008)

Resultatet visade att det var 231 skador varav 50 orsakade av bett eller spark från annan häst. Det blir 5,6 % av samtliga sjukdomar och skador och drabbade då enbart 1,7 % av alla 2912 hästar. Arton procent av de skadorna var förknippade med förändring i inhysningssystem och uppstod oavsett om hästarna stod i grupp hela tiden eller sporadiskt. Studien visade att varmlod, fullblod och araber hade 4,3 gånger så hög risk för bit eller sparkskador än andra raser. För att förhindra bit och sparkskador är det viktigt att hästarna har tillräckligt stort utrymme i grupp, att inhysningssystemet är anpassat för hästarnas beteenden och att de har en stabil gruppkomposition. En stabil grupp med tydlig dominanshierarki förebygger skaderisk. (Knubben et al., 2008)

## **DISKUSSION**

Ordningsföljd: diskutera frågeställningar. Granska artiklarnas material o metod. Ev förslag på framtida studier. Avsluta med slutsatser.

Onormala beteenden och stereotypier är en följd utav att hästen inte får alla behov tillfredställda, man kan se samband mellan stereotypier och stress. Det är stressfullt för unga och oerfarna hästar att plötsligt bli isolerat uppstallade, vilket leder till att de gärna utvecklar stereotypier och onormala beteenden (Visser et al., 2008). Stereotypier i sig kan också försämra hästens välfärd då exempelvis tänder och olika muskler kan ta skada (Cooper & Mason, 1998). Utifrån dessa fakta kan man anta att hästens välfärd påverkas negativt utav

stereotypier och framförallt av den underliggande orsaken till beteendet. Genom att hitta orsakerna till problemet istället för att hindra beteendet i sig riskerar du inte att försämra hästens livskvalitet och förhindrar att hästen utvecklar det stereotypiska beteendet (Cooper & Mason, 1998).

Inridningssituationen blev mer harmonisk för hästar i grupp och på lösdrift och hästarna var lugnare och mer avslappnade. (Riveras et al., 2002). Resultatet att hästarna är tryggare i grupp styrks med Visser et al. (2008) studie där individuellt hållna hästar visade signifikant mer stressymptom. När hästarnas behov av social kontakt med andra hästar tillgodoses ges positiv effekt även på relationen mellan häst och människa och hanteringen och inridning blir säkrare (Hartmann et al., 2012).

Studien om skaderisk visade att risken för bit- och sparkskador var liten och att den i många fall var förknippad med förändring i gruppsammansättningen. Det är säkrare att ha en permanent grupp där rangordningen är uppjord och stabil. (Knubben et al., 2008) Det kan vara svårare att i ett stall där man tar emot hästar på tillridning eller försäljning att ha grupphållning och lösdrift, då hästar kommer och går ökar risken för oroliga grupper och skador. Som hästföretagare kan därför fördelarna med den traditionella uppställningen i verkligheten väga tyngre som det ser ut idag.

I Visser et al. (2008) studie blev unghästarna uppstallade för första gången och fick bo i boxarna dygnet runt. Det blev stor omställning för hästarna, särskilt för de i egen box som så plötsligt blev fråntagen all kontakt med andra hästar. Om studien hade gjorts på äldre hästar med vana att stå på stall och var trygga i den miljön hade resultaten kunnat bli annorlunda. Kanske hade hästarna i egen box då inte utvecklat stereotypier i lika stor utsträckning. Men att de har vana av att stå i box betyder inte att de egentligen mår bättre där än de ovana unghästarna. Att använda unghästar som inte är påverkade innan ger förmodligen säkrare resultat och är att föredra till studien.

*Review*-artiklarna använder sig av många olika referenser vilket stärker deras resultat, Hartmann et al av ca 120 olika referenser och Cooper och Mason av ca 50 stycken. De har använt sig av referenser som anses trovärdiga.

Artiklarna som används i den här studien är alla ganska starkt vinklade mot att hitta fördelar med lösdrift och de bevisar med undersökningar och studier att hästar i många fall mår bättre i grupp och på lösdrift. Rivera et al. (2002) och Visser et al. (2008) visar i studierna bevis på att unghästar visar mer stressymptom i enskild boxuppställning jämfört om de går i grupp. Med 16 samt 36 hästar som ingått i studierna är resultaten ganska trovärdiga, då två olika studier tyder på liknande resultat och antalet hästar studierna gjorts på sammanlagt är 52 stycken. Även fler studier som undersöker samma sak men som har olika förutsättningar gör att man får ett säkrare resultat. Exempel på olika förutsättningar kan vara hästarnas ålder, hur de varit uppstallade innan, ras och temperament, tränarnas erfarenhet, vad studien hålls i för miljö och kvalitet med mera. Tyvärr finns ännu för lite studier om lösdrift, då det inte är lika vanligt än, vilket gör det svårare att komma fram till en slutsats om vilket inhysningssystem som är bäst för hästens välfärd. I dessa fem artiklar väger som sagt fördelarna för grupphållning och lösdrift tyngre. Dock kunde denna uppsatts lika gärna vara vinklad mer mot fördelarna med uppställning med andra artiklar. Resultatet på studierna kan ha sett annorlunda ut med andra hästar och under andra förhållanden.

Denna studie tar inte upp alla faktorer som påverkar motiven till varför man föredrar uppställning eller grupphållning och lösdrift. En fördjupning på denna studie kan förutom att gräva djupare i inridningssituationen, hästarnas beteende och välmående, och skaderisken i

samband med inhysningssystem, också ta upp frågor som ekonomi, ergonomi och effektivisering samt undersöka lösdrift för tävlingshästar mm.

## Slutsats

I grupphållning och på lösdrift får hästarna större möjlighet att tillfredsställa sina naturliga behov av rörelse, social kontakt, fodersökande med mera. Enligt artiklarna löper hästar på box större risk för stress, stereotypier och oönskat beteende, vilket påverkar inridningssituationen negativt då de har svårare att ta till sig träningen.

## SAMMANFATTNING

De fysiska och psykiska behoven tillgodoses bäst då hästarna går i grupp, vilket ger lösdrift en fördel, dock är det vanligast att hästar står i boxstall med begränsad social kontakt. Många hästägare har också negativa fördomar om hästhållning i lösdrift. (Hartmann et al., 2012) Motiv till varför hästägare vill ha hästar på lösdrift är till exempel, att det är billigare och mer lättarbetat, naturligare för hästarna, bättre miljö ut hälsosynpunkt med mera. Anledningar till varför hästägarna istället vill ha hästarna på box är till exempel, att det är säkrare, man har mer kontroll på hästarna och vad de äter och dricker, det finns inget alternativ för tävlingshästar, hästarna måste fungera i box mm. (Lagerhjelm & Mattsson, 2013)

Syftet med denna studie är att jämföra för- och nackdelar med inhysning i lösdrift jämfört med boxstall utifrån hästens välfärd. Frågeställningar är om hästarna får sina naturliga behov bäst tillfredsställda på box eller på lösdrift/ i grupphållning. Samt hur inhysning individuellt eller i grupp påverkar inridningssituationen.

Materialet till den här studien hittades i sökguiderna Primo, Web of Knowledge och Google Scholar. De sökord som använts är *equine/horse, group-housed, active stable, open barn system, social behavior* och *group housing*.

Beteendestörningar är oönskade om de är skadliga eller om de är tecken på dålig miljö, men de behandlas i regel enbart om beteendet är oönskat hos människor. Det behövs kunskap om det oönskade beteendet för att veta varför det uppkommer och hur det ska förhindras. När beteendet är skadligt eller ett tecken på dålig miljö är det bästa botemedlet att ta bort de underliggande orsakerna i hästens miljö. Genom att hitta orsakerna till problemet istället för att hindra beteendet i sig riskerar du inte att försämra hästens livskvalitet och förhindrar att hästen utvecklar det stereotypiska beteendet. (Cooper & Mason, 1998) I Visser et al.(2008) studie visade unghästar som alltid hade social kontakt med artfrände ett mer harmoniskt beteende. Unghästar som gick individuellt visade stressympton och 67 % av dem lade sig till med stereotypier. (Visser et al., 2008) Riveras et al.(2002) studie visade att frigående unghästar lättare tar till sig träningen vid inridningssituationen än vad uppstallade hästar gör. Hästarna på lösdrift var i studien lugnare och mer avslappnade och kunde därför ridas in snabbare än de uppstallade hästarna. (Rivera et al., 2002) För att minimera risken för olyckor är det av vikt att relationen mellan häst och människa är positiv. Påverkande faktorer är bland annat träning och erfarenhet, men även hästhållningen, inhysningssystem och möjlighet till social kontakt med andra hästar. (Hartmann et al., 2012) I skadeundersökningen som Knubben et al. (2008) utförde var skadan av bett eller spark från annan häst 5,6 % utav samtliga 897 skadade och sjuka hästar och drabbade då enbart 1,7 % av de 2912 hästar som var med i undersökningen. För att förhindra bit och sparkskador ska hästarna ha tillräckligt stort utrymme i grupp, inhysningssystemet ska vara anpassat för hästars beteenden och ha en stabil gruppkomposition. (Knubben et al., 2008)



I gruppållning och på lösdrift får hästarna större möjlighet att tillfredsställa sina naturliga behov av rörelse, social kontakt, fodersökande med mera. Enligt artiklarna löper hästar på box större risk för stress, stereotypier och oönskat beteende vilket påverkar inridningssituationen negativt då de har svårare att ta till sig träningen.

## REFERENSER

- Cooper, J. J. & Mason, G. 1998. *The identification of abnormal behavior and behavioural problems in stabled horses and their relationship to horse welfare: a comparative review.* Equine clinical behavior (Equine vet, J), **27**:5-9
- Hartmann, E., Søndergaard, E. & Keeling, L. 2012. *Keeping horses in groups: A review.* Applied Animal Behaviour Science, **136**:77-87
- Knubben, J. M., Furst, A., Gyax, L. & Stauffacher, M. 2008. *Bite and kick injuries in horses: Prevalence, risk factors and prevention.* Equine veterinary journal, **40**:219-223.
- Lagerhjelm, C. & Mattson, A. 2013. *Uppfödarens syn på inridningshästar i gruppållning.* Examensarbete på kandidatnivå/Sveriges lantbruksuniversitet, K28. SLU, Enheten för hippologisk högskoleutbildning. Uppsala.
- Nilsson, T. 2009. *Olika inhysningssystem och hur de påverkar hästarna.* Examensarbete på kandidatnivå/Sveriges lantbruksuniversitet, 400. SLU, Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap. Alnarp.
- Rivera, E., Benjamin, S., Nielsen, B., Shelle, J. & Zanella, A.J. 2002. *Behavioral and physiological responses of horses to initial training: the comparison between pastured versus stalled horses.* Applied Animal Behaviour Science, **78**:235-252
- Visser, K., Ellis A. & Van Reenen, C. 2008. *The effect of two different housing conditions on the welfare of young horses stabled for the first time.* Applied Animal Behaviour Science, **114**:521-533
-