



UPPSALA  
UNIVERSITET

# Jättebalsaminens (*Impatiens glandulifera*) spridning, bekämpning och påverkan på ekosystem

Linnéa Nilsson

---

Independent Project in Biology  
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2024  
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

# Jättebalsaminens (*Impatiens glandulifera*) spridning, bekämpning och påverkan på ekosystem

Linnéa Nilsson Självständigt arbete i biologi 2024

## Sammandrag

Invasiva arter blir ett allt större problem. *Impatiens glandulifera* (Jättebalsamin) räknas som en av de mest invasiva arterna i Europa och kan skapa problem för inhemska arter i habitatet den invaderar. *I. glandulifera* växer främst i strandzonen längs med vattendrag, men kan även förekomma i andra habitat. I naturen sprids arten främst genom att frön förflyttas långa avstånd via vattendragen samt översvämningar. *I. glandulifera* är väldigt konkurrenskraftig eftersom den kan växa i många olika förhållanden och snabbt etablera sig och konkurrera ut inhemska flora. I och med dess konkurrenskraft påverkas de ekosystemen den invaderar. Allelokemikalier, vilka *I. glandulifera* producerar, kan användas för att påverka tillväxten hos konkurrerande växter. Allelokemikalien kan också läcka ut i vattendrag och påverka primärproducenter och primärkonsumenter. Detta gör att dessa populationer minskar vilket kan påverka hela näringskedjan. *I. glandulifera* kan också påverka biodiversiteten, dock finns det motsägelser inom forskningen kring detta. Vissa menar att *I. glandulifera* minskar biodiversiteten i habitatet den invaderar medan andra menar att biodiversiteten inte påverkas. Arten är även associerad med högre erosion hos strandbankar. Även pollinerare påverkas av *I. glandulifera* eftersom arten producerar mer socker än någon inhemska europeisk art. Den drar därför till sig pollinerare vilket gör att inhemska arter inte pollineras lika effektivt. Evertibratsamhällets sammansättning kan också påverkas av invasioner och andelen mykorrhiza svampar minskar i närvaro av *I. glandulifera*. Det är viktigt att försöka minska spridningen av *I. glandulifera* så mycket som möjligt. För att göra detta kan man till exempel använda sig av bete eller översvämningar under specifika tider på året.

## Inledning

En främmande eller icke-inhemsk art är en art som inte finns naturlig i ett specifikt habitat/område, men som kommit dit med hjälp av människan. Dessa arter kan vara medvetet eller omedvetet medtagna (Richardson *et al.* 2000, Fristoe *et al.* 2021). Det finns flera definitioner av vad en invasiv art är. Enligt International Union for Conservation of Nature (IUCN) definieras främmande arter som invasiva om de har en skadlig effekt på miljön, hälsan eller ekonomin (Pyšek *et al.* 2020). En annan definition menar att invasiva arter måste föröka sig regelbundet och snabbt sprida sig över stora avstånd från introduktionspunkten, men behöver inte orsaka någon skada (Richardson *et al.* 2000).

Invasiva arter är ett växande problem och är ett av de främsta orsakerna som leder till minskad biodiversitet (Bieberich *et al.* 2018, Pyšek *et al.* 2020). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) har rankat invasiva arter som den femte största faktorn av naturförändringar som har stora globala konsekvenser (Pyšek *et al.* 2020), och enligt Wilson *et al.* (2007) finns det även bevis för att introduktioner av nya invasiva arter sprids snabbare än vad de gjort i tidigare invasioner.

Invasiva arter kan påverka ekosystem, samhällen och inhemska arter på olika sätt. Biologiska samhällens särdrag försvagas vid en invasion på grund av minskad artrikedom hos inhemska arter, samt minskad lokal artdiversitet (Pyšek *et al.* 2011), det skapas alltså större homogenisering i habitatet och ekosystemen (Hejda & Pyšek 2006). Även den genetiska variationen hos lokala populationer kan påverkas på grund av hybridisering, och mutualistiska förhållanden mellan pollinerare och växter kan störas och förändras (Pyšek *et al.* 2011, Ugoletti *et al.* 2013). Andra effekter från invasiva arter kan vara ökad vattenförlust, tillförsel av näringsämnen samt förändrade brandregimer (Hejda & Pyšek 2006). Förändrade brandregimer innebär en förändring av intensitet, omfattning och frekvens av bränder (Brooks *et al.* 2004). Vissa invasiva växter kan även påverka ekosystemtjänster (Pyšek *et al.* 2011) och hälsan hos människor (Willis & Hulme 2002, Pyšek *et al.* 2011), dock är dessa effekter inte alltid negativa. Effekten på ekosystemen varierar också mellan olika invasiva arter och habitat (Pyšek *et al.* 2011).

*Impatiens glandulifera* (Jättebalsamin) är en dekorativ trädgårdsväxt (Helsen *et al.* 2021) som introducerades i Europa för första gången 1839 och i Sverige 1842 (Helsen *et al.* 2021). Arten kommer ursprungligen från Himalaya (Hejda & Pyšek 2006, Zajac *et al.* 2011, Ugoletti *et al.* 2013) och anses vara en starkt invasiv art i Europa (Najberek *et al.* 2021) och under 2017 lades arten till på EU:s lista av invasiva arter (Bieberich *et al.* 2018). Av Tyler *et al.* (2021) har *I. glandulifera* fått ett värde av 21,5 på deras invasivitet-skala, vilket går mellan 0–38. Detta värde indikerar att *I. glandulifera* har en betydande påverkan på den framtida miljön och det finns en stor risk att den kommer skapa betydande effekter på biodiversitet och ekosystemfunktioner i Sverige i framtiden. Växten är även invasiv i delar av Asien, Nordamerika, Japan och Nya Zeeland (Čuda *et al.* 2017a).

*I. glandulifera* är en ettårig växt och blommar under juli till oktober i sitt introducerade utbredningsområde (Ugoletti *et al.* 2013). Arten ingår i familjen Balsaminaceae och släktet *Impatiens* och blir normalt sett en till två meter hög (Helsen *et al.* 2021), och är därför den högsta ettåriga växten i Europa (Chittka & Schürkens 2001). Blommorna kan vara lila till vita i färgen och har en söt doft. *I. glandulifera* har under de senaste årtionden expanderat allt längre norrut längs med Sveriges och Norges kuster (Helsen *et al.* 2021). I Himalaya växer arten på 2000 till 2500 meters höjd (Beerling 1993) på ångar och i diken (Helsen *et al.* 2021). I Europa växer den främst längs med vattendrag i strandzonen (Helsen *et al.* 2021), vilket är ett dynamiskt ekosystem som lätt blir påverkat av invasioner från invasiva arter (Hejda & Pyšek

2006). *I. glandulifera* kan även växa i sumpskogar och kärr (Helsen *et al.* 2021), men också i antropogent störda miljöer (Hulme & Bremner 2005). Arten föredrar fuktig till blöt, näringsrik basisk jord (Greenwood *et al.* 2018, Helsen *et al.* 2021), men kan även växa i näringsfattig jord. *I. glandulifera* föredrar också delvis skuggiga platser (Čuda *et al.* 2017a). Arten kan dock växa i många olika förhållanden, vilket bidrar till att den är så pass framgångsrik (Chittka & Schürkens 2001, Greenwood *et al.* 2018).

Eftersom *I. glandulifera* är en mycket invasiv växt är det viktigt att studera arten och förstå hur den påverkar habitatet den invaderar. Det är även viktigt att förstå hur den spridit sig och hur spridningen kan minska. I denna studie ska jag ge en grundlig beskrivning om den invasiva arten *I. glandulifera* genom att besvara frågorna:

1. Hur sprider sig *I. glandulifera*?
2. Hur påverkar *I. glandulifera* ekosystemen den invaderar?
3. Vad kan vi göra för att minska spridningen av *I. glandulifera*?

## Spridning

Invasiva trädgårdsväxter kan potentiellt sätt spridas fortare än andra invasiva växter, dels för att de placeras ut på många platser och på så sätt får fler spridningspunkter, dels för att de eventuellt kan ha fördelar och större chans att bli invasiva på grund av selektiv förädling och hybridisering. Invasiva trädgårdsväxter har ofta ett stort inflöde av genetiskt material vilket skapar större genetisk diversitet. Detta kan å andra sidan sakta ner invasionen eftersom anpassningar till den nya miljön kan tunnas ut i populationen. Om man jämför spridningen av icke-vindspridda invasiva dekorativa trädgårdsväxter med invasiva vindspridda arter är det tydligt att de vindspridda arterna har ett mindre utbredningsområde (Wilson *et al.* 2007). Detta beror förmodligen på att spridningen av dessa arter är beroende av vindmönster och vindriktning (Buckley *et al.* 2005).

## Vattendrag och översvämningar

*I. glandulifera* togs till Europa som en dekorativ trädgårdsväxt och har spridit sig i naturen från trädgårdar (Helsen *et al.* 2021). Arten kan spridas på långa avstånd eftersom dess frön sprids via vattendrag, där vattendragen fungerar som spridningskorridorer (Zajac *et al.* 2011, Čuda *et al.* 2017a). Vid vattendragen är det låg konkurrens med inhemska arter och ett högt utbredningstryck (propagule pressure), och det finns dessutom många olika mikrohabitat (Čuda *et al.* 2017a, Najberek *et al.* 2020), vilket förmodligen har hjälpt *I. glandulifera* att etablera sig i naturen. Frön sprids också genom att fruktkapseln exploderar och slungar iväg dess frön upp till fem meter från plantan (Willis & Hulme 2004, Čuda *et al.* 2017a). Frön som ligger på marken kan också spridas med hjälp av djur som gnagare och myror (Čuda *et al.* 2017a).

I en studie av Najberek *et al.* (2020) undersöktes flytförmågan hos frön från *I. glandulifera* och jämfördes med flytförmågan hos frön från den icke-invasiva *Impatiens balfourii* (Hornbalsamin). Det finns många *Impatiens* arter som spridit sig till Europa, men alla, till exempel *I. balfourii*, räknas inte som invasiva, även fast de inte förekommer naturligt. Både *I. balfourii* och *I. glandulifera* har liknande karaktärer som hög reproduktionskapacitet, saknad av inavelsdepression och liknande tillväxthastighet, trots detta räknas *I. balfourii* inte som invasiv på grund av artens låga frosttolerans (Najberek *et al.* 2020). Det finns även teorier om att *I. balfourii* fortfarande befinner sig i en fördröjningsfas i ett tidigt stadie av invasionen

(Ugoletti *et al.* 2013, Najberek *et al.* 2020) eftersom den introducerades i Europa 60 år senare än *I. glandulifera* och därför ännu inte fått lika stor spridning (Najberek *et al.* 2020). I studien undersöktes flytförmågan hos frön, insamlade på olika platser i Europa, i stillastående och rinnande vatten. De jämfördes även mellan generationer. Generellt sett har *I. balfourii* en lägre flytförmåga än *I. glandulifera*, men i den yngre generationen var skillnaden inte lika stor som i den äldre. Detta indikerar att frön från *I. balfourii* får en bättre flytkapacitet med tiden och då kan komma att sprida sig bättre i framtiden. *I. balfourii* skulle alltså kunna bli en mer invasiv växt än vad den är idag. I och med att flytförmågan hos *I. glandulifera* inte ökat över tid kan det betyda att dess spridningstakt har saktat ner och spridningen i framtiden kan eventuellt gå långsammare (Najberek *et al.* 2020).

I och med att *I. glandulifera* sprids via vattendrag och främst växer i strandzonen kan den också lätt sprida sig till andra habitat via översvämningar. Vid översvämningar under vår och tidig sommar kan dock *I. glandulifera* skadas eftersom dess rötter ligger ytligt i jorden. Det har även rapporterats fluktuationer i populationerna kopplade till översvämningar. Översvämningar skapade av smältvatten under tidig vår för med sig frön och sprider växten till nya platser. Översvämningar för också med sig näringsämnen vilket ökar fertilitet och fitness hos arten. *I. glandulifera* kan även sprida sig till andra habitat i närheten av vattendrag som till exempel glesa skogar, obetade gräsmarker och gläntor i skogen (Čuda *et al.* 2017a). Ökande antropogena störningar är också en fördel för spridningen och etableringen av *I. glandulifera* (Helsen *et al.* 2021). Frön från invasiva arter, däribland *I. glandulifera*, kan även spridas med hjälp av människan via bland annat jordbruksmaskiner (Helsen *et al.* 2021) och felaktig hantering av trädgårdsavfall (Rusterholz *et al.* 2012).

### **Spridning via trädgårdsavfall**

Enligt Rusterholz *et al.* (2012) sprids frön från invasiva växter genom felaktig hantering av trädgårdsavfall. I studien undersöktes olaglig avlämning av trädgårdsavfall i skogar, där det visades att trädgårdsavfallet innehöll frön från många olika icke-inhemska och invasiva arter, däribland *I. glandulifera*. I Schweiz där studien utfördes kan man betala för upphämtning av trädgårdsavfall, men många är ovilliga att göra detta, vilket kan bero på okunskap angående problemen som orsakas av invasiva arter (Rusterholz *et al.* 2012).

### **Klimatförändringar**

Klimatet blir idag allt varmare och under 2018 fastställdes det att medeltemperaturen ökat med 1,0 °C på grund av mänsklig aktivitet och ökningen i medeltemperatur kan komma att stiga till 1,5 °C mellan 2030 – 2052 (Fawzy *et al.* 2020).

*I. glandulifera* har spridit sig längre norrut längs med Sveriges och Norges kuster (Helsen *et al.* 2021). Denna expansion av *I. glanduliferas* utbredningsområde var förutspått av en modell från 1993 som antog en 1,5 °C ökning av medeltemperaturen. Modellen testades även med en 4,5 °C temperaturökning vilket visade på ett större utbredningsområde längre norrut där *I. glandulifera* kunde komma att spridas så långt upp som till Island (Beerling 1993). I och med att klimatet blir varmare är det möjligt att *I. glandulifera* kan sprida sig ännu längre norrut än vad den gjort idag.

I en studie av Willis och Hulme (2002) undersöktes temperaturens påverkan på *I. glanduliferas* tillväxt och reproduktion. Studien utfördes i England och höjd användes som faktor för olika klimat/temperaturer. Studien kom fram till att fekunditet och grobarhet (germination rate) är beroende av temperaturen. På högre höjder med lägre temperaturer och kortare tillväxtsång producerade individerna ett lägre antal frön och färre individer överlevde. Detta visar på att klimatet och temperaturen är en avgörande faktor för utbredningen av *I. glandulifera*. Om

klimatet blir varmare är det därför logiskt att arten bör spridas längre norrut, vilket också har observerats i verkligheten (Helsen *et al.* 2021) och förutspått av Beerling (1993).

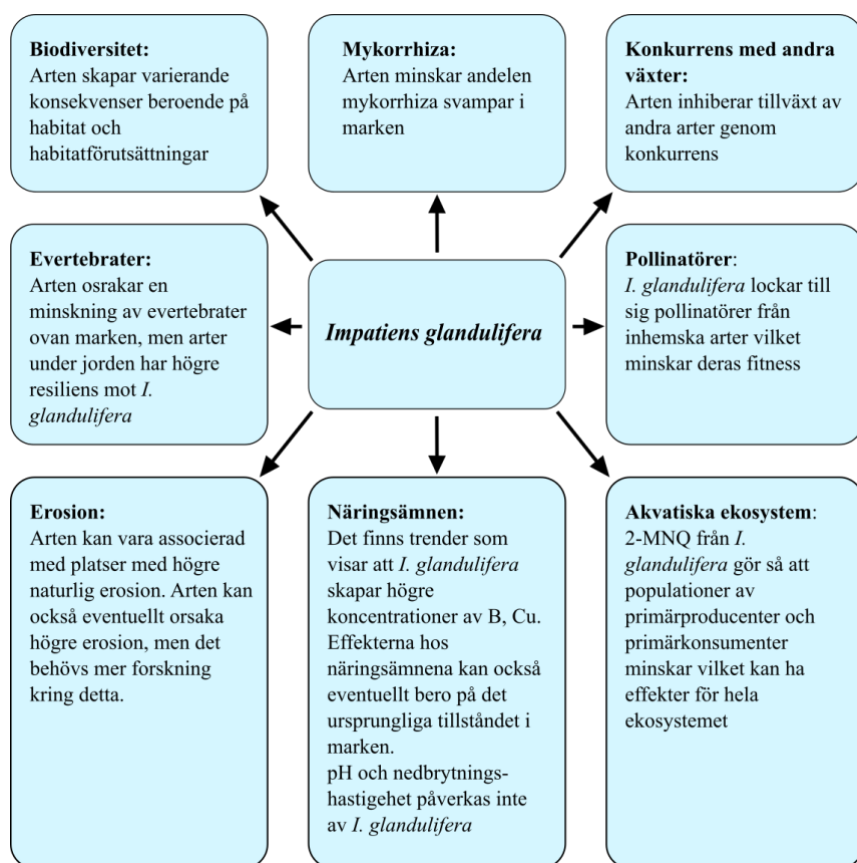
### Hybridisering

En potentiell konsekvens från invasiva växter kan vara hybridisering med nära besläktade taxa. Hybridisering mellan två invasiva arter kan eventuellt leda till högre invasivitet eftersom bättre anpassade genotyper kan uppstå, vilka då kan klara det nya habitatet bättre och de kan även få ett större utbredningsområde. Hybriderna kan också korsas med de ursprungliga invasiva växterna (föräldrarna) och ge dessa en större invasivitet och bättre anpassningar till miljön (Ugoletti *et al.* 2013). Hybrider kan även förekomma mellan en invasiv art och en inhemsk art i samma taxa, vilket kan hota den genetiska variationen och integriteten av den inhemska arten (Zika 2006). Flera hybrider har avlats fram i *Impatiens* släktet (Ugoletti *et al.* 2013) och hybrider förekommer i naturen i både tempererade (Zika 2006) och tropiska klimat (Tsukaya 2004).

*I. glandulifera* har hittills inte naturligt hybridiserat med någon annan art, dock finns det en naturlig pollenöverföring mellan *I. glandulifera* och *I. balfourii*, och de kan producera hybridiserade frön med hjälp av handpollinering. De flesta frön grov dock inte vilket tyder på reproduktionsbarriärer mellan de två arterna. I och med den stora spridningen av *I. glandulifera* går det inte att helt utesluta att hybrider kan bildas (Ugoletti *et al.* 2013). Hybridisering skulle kunna påverka invasiviteten av *I. glandulifera* och då också påverka de ekosystem den invaderar mer än vad den gör idag.

### Påverkan på ekosystem

Pyšek *et al.* (2011) tittade i en studie på konsekvenser av invasioner från invasiva växter i olika biom och habitat globalt sett. Studien visade att växtinvasioner har större påverkan på andra växter än vad de har på djur eftersom de inhemska växtpopulationerna minskade på både art och samhällsnivå. De såg också att markattribut så som mineraler, pH, näringsvärden och förmultningshastighet ökade efter en invasiv växt invasion (Pyšek *et al.* 2011). Eftersom invasiva växter, då också *I. glandulifera*, kan ha olika effekter på ekosystem och habitat (Figur 1) är det viktigt att utreda dessa.



Figur 1: Övergripande sammanfattning av hur *I. glandulifera* påverkar olika aspekter av ekosystemen som arten invaderar.

## Biodiversitet

I en studie av Hulme och Bremner (2005) visades att *I. glandulifera* minskar abundansen av arter. *I. glandulifera* växer ofta i jämgamla täta bestånd vilket skuggar marken och minskar etablering av andra arter (Hulme & Bremner 2005), speciellt små eller långsamt växande fleråriga växter (Greenwood *et al.* 2018), vilket i sin tur minskar artrikedomen (Hulme & Bremner 2005). I studien jämfördes artkompositionen mellan platser i strandzonen där *I. glandulifera* togs bort och platser där *I. glandulifera* fanns kvar. Genom att ta bort *I. glandulifera* såg de en signifikant ökning av antalet arter men många av de nya arter som etablerades var dock andra icke-inhemska arter. När *I. glandulifera* var närvarande fanns en 25% minskning i artrikedom på habitatnivå jämfört med när *I. glandulifera* var frånvarande. Ljuskärlande arter var frånvarande eller ovanliga på platser med *I. glandulifera*, men närvarande på platser utan *I. glandulifera* och överlag minskade artsammansättningen med fyra till maximalt 15 arter/m<sup>2</sup> när *I. glandulifera* var närvarande. Studien utfördes i England där många av arterna som identifierades har stor utbredning, och hotet från *I. glandulifera* på specifika arter var litet. I och med att fler icke-inhemska arter etablerades i frånvaro av *I. glandulifera* kan även dessa utgöra ett hot mot de inhemska arterna.

I en annan studie av Hejda och Pyšek (2006) visades i motsats till Hulme och Bremner (2005) att artrikedomen inte varierar mellan platser i strandzonen invaderade av *I. glandulifera* och platser i strandzonen som ej var invaderade. I studien genomfördes en jämförande studie där sektioner med och utan *I. glandulifera* jämfördes med varandra. En experimentell studie genomfördes också där *I. glandulifera* togs bort från vissa platser och jämfördes med platser där *I. glandulifera* var närvarande. I båda studierna mättes Shannon diversitetsindex ( $H'$ ) och

Evenness (J) (Hejda & Pyšek 2006). J mäter relativ abundans av arter där 0 innebär låg relativ abundans av en art och 1 innebär hög relativ abundans. H' är ett index vilket använder sig av J och den totala artrikedomen för att bestämma ett värde av biodiversitet (Stirling & Wilsey 2001). I båda studierna var H' högre hos icke-invaderade sektioner, men skillnaden var icke-signifikant. I den jämförande studien var J högre i icke-invaderade sektioner och skillnaden var signifikant. I den experimentella studien fanns ingen signifikant skillnad för J mellan invaderade och icke-invaderade sektioner. Resultatet från Hejda & Pyšeks (2006) studie visar att *I. glandulifera* har en liten, näst intill försumbar, påverkan på biodiversiteten i de strandzoner den invaderar. Även om det finns en signifikant skillnad i J hos den jämförande studien var skillnaden i absoluta värden av antalet arter mellan invaderade och icke-invaderade sektioner liten. I och med att två studier genomfördes kan man få en inblick i hur *I. glandulifera* påverkar biodiversiteten under en invasion och hur samhällen kan återhämta sig när *I. glandulifera* tagits bort. I den experimentella studien visas det att återhämtade samhällen inte har lägre artdiversitet efter en invasion. En förklaring till detta kan vara, menar Hejda och Pyšek (2006), att *I. glandulifera* inte är spatialt homogen och då tillåter andra växter att växa i samma område. Även artkompositionen var lika i närvaro eller frånvaro av *I. glandulifera*. De arter som påverkades var andra höga nitrofila arter som till exempel *Urtica dioica* (Brännässla) och *Carduus crispus* (Krustistel) där abundansen minskade, men arterna försvann inte helt från platser invaderade av *I. glandulifera*.

I ytterligare en studie av Čuda *et al.* (2017b) undersöktes bland annat artkompositionen och artrikedomen mellan invaderade sektioner, sektioner inom det invaderade området där *I. glandulifera* tagits bort samt icke invaderade sektioner i en blandskog i Tjeckien. Studien genomfördes under tre år och det fanns ingen signifikant skillnad i H' eller J bland inhemska arter, men olika typer av växter ockuperade olika behandlingar. Skuggtåliga växter ökade i invaderade sektioner, medan mer ljuskrävande örter och gräs ökade i sektioner där *I. glandulifera* blivit avlägsnad. Icke-invaderade sektioner hade större andel ljuskrävande juvenila träd. Även ljusförhållandena i de olika behandlingarna var olika. För invaderade sektioner var ljusstillgängligheten hälften så hög som i sektioner med avlägsnad *I. glandulifera*, med 3,01 W/m<sup>2</sup> respektive 5,8 W/m<sup>2</sup>. Skillnaderna i ljusförhållande, samt artkomposition var konsekventa under de tre år som studien genomfördes.

### **Indirekt påverkan på akvatiska ekosystem**

En av anledningarna till att av *I. glandulifera* kan invadera områden så effektivt är att den producerar en allelokemikalie som kallas 2-methoxy-1,4-naphthoquinone (2-MNQ). Allelokemikalier är sekundära metaboliter som växter kan producera för att till exempel försvara sig mot herbivorer men också för att minska tillväxten hos andra konkurrerande växter. 2-MNQ förhindrar groning och tillväxt av till exempel *U. dioica* (Diller *et al.* 2022) och ektomykorrhiza svampar som *Pisolithus tinctorius* (Ärtröksvamp) (Ruckli *et al.* 2014). *I. glandulifera* kan producera upp till 12 mg/L av 2-MNQ. Allelokemikalier från växter som växer vid vattendrag kan lakas ur vid nederbörd och då kontaminera vattendragen (Diller *et al.* 2022).

Diller *et al.* (2022) undersökte i en studie hur 2-MNQ påverkar akvatiska näringsvävar. I studien användes algen *Acutodesmus obliquus* och kräftdjuret *Daphnia magna* för att undersöka effekten hos primärproducenter och primärkonsumenter i akvatiska ekosystem. Det visades att populationstillväxten hos både *D. magna* och *A. obliquus* signifikant minskade när *I. glandulifera* var närvarande. För *D. magna* gjorde långtidsexponering av 2-MNQ att färre avkommor bildades och att dessa hade mindre kroppsstorlek. En signifikant skillnad i dessa faktorer uppkom vid 0,75 mg/L 2-MNQ. Hos *A. obliquus* minskade populationstillväxten vid en koncentration av 1,5 mg/L och en signifikant högre produktion av reaktiva syreföreningar (ROS) uppmättes vid en koncentration av 0,075 mg/L 2-MNQ. Dessa koncentrationer av 2-



MNQ, för både arterna, var betydligt mindre än den koncentration som *I. glandulifera* kan producera, vilket kan leda till mer drastiska konsekvenser i naturliga ekosystem än vad som observerats i studien. För *A. obliquus* var effekten av 2-MNQ omgående, medan den för *D. magna* var försenad. Detta indikerar att 2-MNQ påverkar *A. obliquus* direkt och *D. magna* indirekt.

### **Allelokemikaliers påverkan på växtligheten**

2-MNQ finns framför allt i blad, stjälk och rot hos *I. glandulifera* med varierande produktion beroende på ålder/tillväxtstadie av växten. 2-MNQ kan till exempel inhibera groningen av frön hos vissa inhemska europeiska arter som *Scrophularia nodosa* (Flenört). I och med detta kan 2-MNQ hjälpa till att etablera *I. glandulifera* i nya områden (Ruckli *et al.* 2014).

I en studie av Bieberich *et al.* (2018) undersöktes effekten av *I. glandulifera* och 2-MNQ på fyra arter. Detta gjordes genom att undersöka tillväxten hos fröplantor och juveniler hos arterna med 2-MNQ närvarande, samt genom att undersöka tillväxten med 2-MNQ närvarande tillsammans med konkurrens från *I. glandulifera*. Även effekten av bladmaterial innehållande 2-MNQ undersöktes, dock endast hos fröplantor. För att undersöka effekten av endast konkurrens med *I. glandulifera* tillsattes aktivt kol som ytterligare en behandling hos fröplantor. Det aktiva kolet absorberar allelokemikalier och effekten av konkurrens utan 2-MNQ kunde då undersökas. 2-MNQ tillsammans med konkurrens från *I. glandulifera* minskade tillväxten hos alla arter med varierande intensitet hos både fröplantor och juveniler. Av de arter som undersöktes var *U. dioica* mest påverkad i alla behandlingar och *Filipendula ulmaria* (Älggräs) minst påverkad. Tillväxtstadie av arterna påverkade också effekten av 2-MNQ samt effekten av konkurrens med *I. glandulifera*, där juveniler var mer påverkade än fröplantor. Olika arter påverkades även olika vid behandling med bladmaterial från *I. glandulifera* och denna behandling visade sig ha en högre påverkan på fröplantorna än behandlingen med endast 2-MNQ. Detta kan betyda att *I. glandulifera* använder sig av fler allelokemikalier för att påverka växtligheten runt omkring den. En negativ effekt på tillväxten hos arterna visades i konkurrensbehandlingarna både med och utan aktivt kol, vilket visar på att konkurrens om resurser också påverkade tillväxten av arterna. Det som påverkade arterna mest var inte själva allelokemikalien utan en kombination av konkurrens med *I. glandulifera* tillsammans med 2-MNQ. En intressant aspekt som observerades i studien var att fröplantor av *I. glandulifera* var toleranta mot 2-MNQ men att juveniler inte var toleranta mot allelokemikalien.

### **Markattribut**

I en studie av Greenwood *et al.* (2018) undersöktes om *I. glandulifera* kan ha en påverkan på erosion längs med strandbankar. I studien jämfördes strandbankar invaderade av *I. glandulifera* med icke-invaderade strandbankar. Två vattendrag undersöktes, ett i England och ett i Schweiz. Vattendraget i England hade en signifikant skillnad mellan invaderade och icke-invaderade områden två av tre år där erosionen ökade, och vattendraget i Schweiz hade signifikant skillnad två av fyra år. Resultaten visar på att *I. glandulifera* inte själv orsakar erosionen som uppmättes, men arten kan vara associerad med områden som naturligt har en större variation i den naturliga erosionen från år till år. Erosionen kan också påverka storleken av *I. glandulifera* populationerna. Under studien observerades att efter kraftig erosion under vintern skedde en lägre grad av kolonisering under vår och sommar. En hypotes som diskuteras av Greenwood *et al.* (2018) är att i takt med att populationerna bli större kommer mer och mer sediment att ackumuleras av adventivrötterna hos *I. glandulifera*. När *I. glandulifera*-populationen har blivit tillräckligt stor och ersatt tillräckligt mycket av den inhemska fleråriga floran, kommer sedimentackumuleringen övergå i erosion där lokala förhållanden sedan bestämmer hur pass mycket erosion som förekommer varje år. Dock behövs det mer forskning kring detta för att fastställa denna hypotes.

Invasiva växter kan även förändra egenskaper i jorden så som halter av näringsämnen. På grund av detta kan kretslopp av näringsämnen störas och förändras (Čuda *et al.* 2017b). I en studie av Čuda *et al.* (2017b) undersöktes halter av näringsämnen i invaderade och icke-invaderade sektioner av en blandskog. I studien användes tre olika behandlingar. Invaderade sektioner, icke invaderade sektioner samt sektioner inom det invaderade området där *I. glandulifera* avlägsnats. Naturligt var jorden näringsfattig och sur där studien genomfördes. Många olika näringsämnen undersöktes där B, Cu, Mg, Zn och Na hade en signifikant skillnad mellan olika behandlingar men trender kunde bara upptäckas för B och Cu, där invaderade sektioner hade en högre koncentration Cu än icke invaderade sektioner och sektioner där *I. glandulifera* var borttagen. Av B fanns en lägre koncentration i icke invaderade sektioner än i dem två andra behandlingarna.

I en annan studie av Dassonville *et al.* (2008) upptäcktes att effekterna på näringsämnen från invasiva arter beror på det ursprungliga tillståndet av näringsämnen i jorden. Om jorden är näringsfattig innan en invasion kommer näringsämnena öka efter invasionen, men om jorden är näringsrik kommer näringsämnena minska efter en invasion. Detta stämde även för *I. glandulifera* för näringsämnet Mn. Denna studie visar alltså att påverkan på näringsämnen främst beror på platsens ursprungliga tillstånd. Eftersom *I. glandulifera* inte täcker marken under vinter och vår kan detta också göra att näringsämnen lakas ut ur marken.

Čuda *et al.* (2017b) undersökte även pH för de olika behandlingarna i studien. pH värdet för invaderade områden var  $4,3 \pm 0,19$ , för sektioner med *I. glandulifera* avlägsnat  $4,5 \pm 0,14$  och för icke-invaderade  $4,4 \pm 0,14$ , men skillnaderna var icke signifikanta. De undersökte även förnan och såg att skillnaden i kol var signifikant, dock mellan olika år snarare än olika behandlingar. Det fanns inte heller någon signifikant skillnad mellan behandlingarna för nedbrytningshastighet eller mängden förna. Detta beror på att *I. glandulifera* snabbt förmultnar och skapar mindre mängd förna än inhemska arter vilket gör att förnan i de olika behandlingarna till största del består av inhemska trädarter så som till exempel ek. Studien genomfördes under tre års tid och skillnaderna i markattribut som undersöktes (pH, olika näringsämnen, samt förna) var inte signifikanta, men de skiljde de sig mycket från år till år.

### **Påverkan på pollinatörer**

Vanligt hos invasiva växter är att de har hög nektarproduktion vilket ger en större belöning åt pollinerare än vad inhemska arter gör. Detta gör att pollinerarna lockas till invasiva arter först, vilket minskar fröproduktionen hos de inhemska arterna och ger dem lägre fitness. De invasiva arterna kan då lättare ta över eftersom konkurrensen minskar, vilket även är sant för *I. glandulifera* (Chittka & Schürkens 2001).

*I. glandulifera* har en snabbare sockerproduktion ( $0,47 \pm 0,12$  mg socker/blomma/h) än många andra arter i strandzonen. Arter i Central Europa kan producera upp till 0,3 mg socker/blomma/h men de flesta producerar 0,1 mg/blomma/h, vilket ger *I. glandulifera* en fördel jämfört med de flesta andra arter (Chittka & Schürkens 2001). I Chittka och Schürkens (2001) studie jämfördes hur många humlor som besökte blommor av *I. glandulifera* och *Stachys palustris* (Knölsyska). Plantor av *I. glandulifera* flyttades till plaster i strandzonen där *Sta. palustris* förekommer naturligt. När *I. glandulifera* var närvarande minskade besöken till *Sta. palustris* med nästan 50% och fröproduktionen minskade med 25%. För att försäkra sig om att inga andra faktorer påverkade fröproduktionen gjordes studien även med *Sta. palustris* i krukor, där effekten av *I. glandulifera* blev densamma. Detta visar att pollineringen minskar för de inhemska arterna (Chittka & Schürkens 2001).

Pollinering av grödor kan också minska på grund av *I. glandulifera* (Najberek *et al.* 2021). I en studie av Najberek *et al.* (2021) undersöktes hur *I. glandulifera* påverkar pollineringen av jordgubbar. Antalet pollinerare hos jordgubbarna var färre när *I. glandulifera* var närvarande jämfört med när den var frånvarande. Tillgängligheten av pollinatörer påverkar jordgubbens volym och kvalitet, och är därför viktig för en hög avkastning. Studien utfördes genom ett common garden experiment och *I. glandulifera* individerna i experimentet hade färre blommor än vilda individer. Detta gör att experimentet inte utfördes i naturliga förhållanden vilket kan ha påverkat resultatet. I och med att vilda *I. glandulifera* individer har fler blommor är påverkan på jordgubbspollinationen förmodligen mycket högre i verkligheten än vad som visats i studien. Om jordgubbsfält undersöktes skulle man få en bättre bild av hur *I. glandulifera* kan påverka pollineringen, dels genom att naturliga populationer undersöks, dels eftersom man då kan undersöka hur avståndet mellan jordgubbsodlingen och *I. glandulifera* påverkar pollinationen.

### **Påverkan på evertebratsamhällen**

Invasiva arter kan påverka vilka resurser som finns i jorden, vilket i sin tur kan påverka evertebrater som lever i och ovanpå marken (Tanner *et al.* 2013). Enligt studien av Tanner *et al.* (2013) har *I. glandulifera* en större påverkan på marklevande evertebrater än vad den har på jordlevande evertebrater. Evertebrater i lövverket hade en stark minskning (64% för skalbaggar (Coleoptera) och 58% för skinnbaggar (Heteroptera)) vid närvaro av *I. glandulifera*. Även de marklevande herbivora arterna minskade kraftigt. Dock verkade de jordlevande evertebraterna ha en högre resiliens mot *I. glandulifera*. Detta beror förmodligen på att de jordlevande evertebraterna inte bara är beroende av levande växter för att överleva och är förmodligen därför inte lika känsliga mot förändringar i artkompositionen som de evertebrater ovan jord är.

### **Påverkan på Mykorrhiza svampar**

Arbuskulär mykorrhiza (AM) är en vital del i många växtsamhällen och hjälper växter att ta upp näring och vatten från jorden eftersom det ökar rotarean hos växten. I utbyte får svampen kol från fotosyntesen som växten utför. Icke-inhemiska arter associerade med AM-svampar kan dra nytta av dessa svampar för att underlätta kolonisation och konkurrens med inhemska arter. Icke-inhemiska arter som inte är- eller är svagt associerade med AM-svampar kan reducera antalet AM-svampar och dess nätverk. *I. glandulifera* anses vara svagt associerad med AM-svampar (Tanner & Gange 2013) och i en studie av Tanner och Gange (2013) undersöktes hur *I. glandulifera* påverkar AM interaktionen hos inhemska växter. Tre inhemska arter undersöktes (*Plantago lanceolata* (svartkämpar), *Lotus corniculatus* (kärringtand) samt *Trifolium pratense* (rödklöver)) där alla tre visade en högre grad av AM kolonisering när de växte i jord som ej tagits från områden koloniserade av *I. glandulifera*. Hos de två första arterna (*Pla. lanceolata* och *Lot. corniculatus*) fanns också en lägre skottbiomassa när de växte i jord tagen från områden koloniserade av *I. glandulifera*. Arterna hade även ett positivt samband mellan skottbiomassa och andel AM-kolonisation. För *T. pratense* fanns ingen skillnad i skottbiomassa mellan koloniserad och icke-koloniserad jord och det fanns inte heller ett samband mellan skottbiomassa och andel AM-kolonisation. En anledning till att *T. pratense* inte visade någon skillnad i biomassa i invaderad och icke-invaderad jord kan vara att arten är mer beroende av rhizobakterier, vilka är mindre beroende av en värdväxt, än vad den är av AM-svampar.

Även ektomykorrhiza (EM) svampar kan påverkas av *I. glandulifera*. Allelokemikalien 2-MNQ påverkar vissa EM-svampar negativt genom att förhindra tillväxt av mycel. 2-MNQ påverkar även groning av sporer från EM-svampar (Ruckli *et al.* 2014). I en studie från Ruckli *et al.* (2014) visades att 2-MNQ från skott från juvenila plantor inhiberar 100% av myceltillväxten, men att 2-MNQ från rötterna från juvenila plantor inte påverkade svamparna. Dessutom påverkades myceltillväxten negativt hos *Laccaria bicolor* (Tvåfärgad laxskivling) och *Pis. tinctorius* av 2-MNQ från rötter i blommande och åldrande (senescent) tillväxtstadie. *Lactarius*

*subdulcis* (Sötriska) påverkades bara av den högsta koncentrationen av 2-MNQ. Även andra allelokemikalier från *I. glandulifera* skulle kunna påverka myceltillväxten vid andra tillväxtstadier.

## Minskning av spridning och förvaltning

För att minska spridningen av *I. glandulifera* skulle man kunna använda översvämning under vår och tidig sommar, innan groning av frön, som en metod för att utrota arten lokalt vid små vattendrag. Om det överlever några få individer eller frön i maken gror, kommer populationen med största sannolikhet återställas (Čuda *et al.* 2017a).

Artens spridning har ökat kraftigt sedan 1960 talet, vilket förmodligen beror på övergången från traditionellt jordbruk till mer moderna jordbruksmetoder efter andra världskriget. Med bete från får, hästar och nötkreatur minskar bestånden av *I. glandulifera*, dels eftersom växterna äts upp, dels eftersom de trampas ner. Betning kan dock vara en begränsad bekämpningsmetod eftersom många betande djur äter andra växter innan de äter *I. glandulifera*. Bete i strandzonen kan också göra att växten sprids till andra områden eftersom det skapas störningar i miljön (Čuda *et al.* 2017a). Bete flera gånger under en växtsäsong skulle ändå kunna fungera för att förhindra tillväxten och spridningen av *I. glandulifera*, menar Čuda *et al.* (2017a), så länge betet sker utanför frö-släppnings perioden (seed release season) och under flera säsonger inpå varandra (Čuda *et al.* 2017a).

En annan metod för att minska spridningen av *I. glandulifera* är att förvalta strandzonerna på rätt sätt, till exempel genom att minska övergödning. Övergödning kan generellt göra så att invasiva arter har lättare att etableras och genom att minska näringsinnehållet i marken blir det svårare för invasiva arter såsom *I. glandulifera* att etablera sig på nya platser (Hulme & Bremner 2005).

Att återställa habitat efter en invasion är svårt. Om en invasiv art tas bort måste habitatet hela tiden kontrolleras och det är viktigt att habitatet är resistent mot nya invasioner. Ett sätt att kontrollera detta är genom att kontrollera de mikrobiella samhällena i jorden, vilket kan visa nivåer av försämring i habitat (Tanner & Gange 2013). Tanner och Gange (2013) menar att en bra metod för att återställa invaderade habitat är att efter avlägsnandet av *I. glandulifera* återställa inhemska växter till samma diversitet som i omkringliggande områden som ej varit invaderade. Detta skulle hjälpa AM-svampar att återkolonisera platsen fortare och på så sätt också hjälpa den inhemska floran beroende av AM-svampar att överleva i framtiden. Störningar i jorden kan emellertid leda till att mikrobiella system störs ännu mer vilket skulle minska mängden AM-svampar ytterligare, därför behövs det mer forskning på hur avlägsnandet av *I. glandulifera* skulle påverka dem mikrobiella samhällena (Tanner & Gange 2013).

## Diskussion

### Spridning av *I. glandulifera*

*I. glandulifera* sprids främst via vattendrag (Zajac *et al.* 2011, Čuda *et al.* 2017a) och översvämningar (Čuda *et al.* 2017a), men även ett varmare klimat kan göra så att den får ett större utbredningsområde vilket har observerats i verkligheten (Helsen *et al.* 2021) samt förutspått av Beerling (1993). I distributionsmodellen som gjordes av Beerling (1993) har det gjorts antaganden att habitat inte är en begränsande faktor, samt att inga konkurrerande interaktioner med andra arter förekommer. Dessa faktorer skulle kunna påverka spridningen av *I. glandulifera* även i ett varmare klimat. Det är också troligt att den södra distributionsgränsen

för arten kan komma att påverkas i och med högre sommartemperaturer och torka (Beerling 1993).

## ***I. glandulifera* påverkan på ekosystem**

### *Biodiversitet*

I studierna av Hulme och Bremner (2005) samt Hejda och Pyšek (2006) undersöktes *I. glandulifera* påverkan på biodiversiteten i strandzonen. De två studierna fick väldigt olika resultat, där Hulme och Bremner (2005) såg en kraftig ökning av biodiversitet efter borttagning av *I. glandulifera*, medan Hejda och Pyšek (2006) inte såg någon skillnad i biodiversitet mellan invaderade och icke-invaderade habitat. Resultaten motsäger varandra eftersom de ger två helt olika bilder av hur *I. glandulifera* påverkar biodiversitet i strandzonen. De olika resultaten, menar Hejda och Pyšek (2006), kan bero på olika täckningsgrad av *I. glandulifera* i de olika studierna. I Hulme och Bremners (2005) studie var täckningsgraden av *I. glandulifera* mellan 80-100%, men i Hejda och Pyšeks (2006) studie var täckningsgraden i genomsnitt 43% i den experimentella studien och 74% i den jämförande studien. Anledningen till dessa olika täckningsgrader i den sistnämnda studien var omfattande översvämningar året innan den experimentella studien utfördes, vilket gjorde att populationerna av *I. glandulifera* fortfarande återhämtades i samband med experimentet. När den jämförande studien utfördes, året efter, hade täckningsgraden ökat (Hejda & Pyšek 2006).

En annan anledning till de olika resultaten i studierna kan vara att de utfördes i olika länder i Europa med olika klimat och habitatförutsättningar. I England där Hulme och Bremners (2005) studie utfördes bildar *I. glandulifera* täta bestånd vilket hindrar tillväxt av andra arter, medan i habitatet studerade i Hejda och Pyšeks (2006) studie, i Tjeckien, har ett överflöd av näringsämnen. Överflödet av näringsämnen leder till att andra höga nitrofila växter är starkt konkurrenskraftiga vilket gör att mindre växter måste vara konkurrenskraftiga även utan *I. glandulifera* närvarande. I och med detta finns de arter med låg konkurrenskraft inte naturligt i habitatet som undersöktes av Hejda och Pyšek (2006) och de arter som finns i habitatet är naturligt mer konkurrenskraftiga och klarar därför en invasion av *I. glandulifera* bättre (Hejda & Pyšek 2006).

När studier där individer tas bort utförs undersöks ofta en växtsäsong vilket visar på förändringar i biodiversitet under kort tid samt direkt efter avlägsnandet av individerna (Hejda & Pyšek 2006). Detta gör att man får en kortsiktig bild av effekterna, medan den långsiktiga bilden inte undersöks. Enligt Hejda och Pyšek (2006) ger jämförande studier ett bättre underlag för att förstå hur biodiversiteten påverkas av *I. glandulifera* eftersom man då kan jämföra samhällen på ett större geografiskt område och med etablerade konkurrenshierarkier. Det kan emellertid vara så att Hejda och Pyšek (2006), samt Hulme och Bremners (2005) studier är utförda under för kort tid eller innan en etablerad konkurrenshierarki har uppstått vilket gör det svårt att upptäcka eventuella effekter *I. glandulifera* har på biodiversiteten på lång sikt (Hejda & Pyšek 2006). Det är därför svårt att dra generella slutsatser kring just denna aspekt eftersom resultaten från studierna skiljer sig åt.

Studien från Čuda *et al.* (2017b) visar att det inte fanns en signifikant skillnad i biodiversitet mellan invaderade och icke-invaderade områden i blandskog. Invaderade och icke-invaderade sektioner hade liknande antal arter vilket tyder på att biodiversiteten hos växter inte minskar på grund av *I. glandulifera*. Det fanns även arter med olika ljuspreferenser i icke-invaderade och invaderade sektioner. Detta visar att närvaron av *I. glandulifera* kan leda till en förändring av artkompositionen (Čuda *et al.* 2017b), men detta behöver nödvändigtvis inte leda till minskad biodiversitet. Eftersom studien av Čuda *et al.* (2017b) utfördes under en treårs period ger

studien en bra insikt i långsiktiga konsekvenser av invasion av *I. glandulifera* i blandskogar. Eftersom studien fick varierande resultat över en treårs period visar detta också att det är viktigt att beakta flera växtsäsonger när man utvärderar effekten av invasiva arter. En potentiell anledning till fluktuationer i resultaten från Čuda *et al.* (2017b) kan dock vara en extrem torka som skedde under det tredje året av datainsamlingen. I skogar är det även svårare för *I. glandulifera* att behålla en stabil population eftersom det sällan tillkommer nya frön från andra platser. Detta gör att populationerna i invaderade skogar ofta dör ut efter några år och den inhemska floran kan då återhämta sig (Čuda *et al.* 2017b).

Studien från Čuda *et al.* (2017b) och Hejda och Pyšek (2006) visar på liknande resultat eftersom biodiversiteten inte minskar i områden invaderade av *I. glandulifera*. De två studierna är utförda i två olika habitat, Hejda och Pyšek (2006) i strandzonen och Čuda *et al.* (2017b) i en blandskog. I och med detta kan det vara svårt att direkt jämföra studierna med varandra eftersom faktorer specifika för habitatet kan ha påverkat resultatet.

Beroende på täckningsgraden av *I. glandulifera*, habitatförutsättningar (Hejda & Pyšek 2006), samt olika habitattyper verkar det som att arten kan påverka biodiversiteten på olika sätt. I framtida studier skulle det vara intressant att undersöka påverkan på biodiversiteten över en gradient av täckningsgrad, eller över en gradient av invasionsstadiet eftersom biodiversiteten förmodligen påverkas olika beroende på dessa. Denna information skulle också kunna hjälpa till vid åtgärder av invasioner. Om man vet i vilket stadiet en invasion börjar påverka biodiversitet vet man också hur pass tidigt åtgärder bör sättas in. Det skulle även vara intressant att studera hur *I. glandulifera* påverkar biodiversiteten under olika habitatförutsättningar. Detta skulle ge en tydligare bild av hur arten kan påverka biodiversiteten i olika sammanhang.

#### *Pollinering*

Resultaten från Chittka och Schürkens (2001) visar att *I. glandulifera* påverkar fitness, i form av minskad fröproduktion, hos de inhemska växterna i habitatet den invaderar, genom att pollinera väljer *I. glandulifera* före de inhemska arterna. Det skapas därför en konkurrens om pollinera även innan konkurrens om andra resurser har börjat (Chittka & Schürkens 2001). Detta verkar ge *I. glandulifera* fördelar i fitness jämfört med dem inhemska arterna och kan påskynda dess invasion. Detta skulle även kunna vara sant för andra invasiva arter med hög nektar och sockerproduktion.

I och med att pollineringen av grödor kan minska i närvaro av *I. glandulifera*, förutsatt att de har samma pollinera, påverkas avkastningen från grödorna. Om *I. glandulifera* finns i närheten av jordgubbsodlingar och andra grödor bör området runt odlingsmarken kontrolleras för att minska effekterna av *I. glandulifera*. Tomater, gurka, vattenmelon, hallon och lavendel är exempel på arter som pollineras av humlor, vilken också är *I. glanduliferas* främsta pollinera. Humlorna kan samla in pollen och nektar upp till 1500 m från sin koloni. Därför bör man kontrollera populationerna av *I. glandulifera*, och andra invasiva arter, i upp till 1500 m från odlingar för att försöka skydda dem mot dem invasiva arternas effekter (Najberek *et al.* 2021)

#### *Påverkan på akvatiska ekosystem*

I Diller *et al.*s (2022) studie såg de att allelokemikalien 2-MNQ från *I. glandulifera* påverkar populationerna av *A. obliquus* och *D. magna* negativt eftersom båda arterna minskar i tillväxt. Eftersom *A. obliquus* minskar finns det mindre mat för *D. magna* vilket då minskar dess population. Detta påverkar resten av näringsväven negativt eftersom andra arter i den högre trofinivån är beroende av tillgången på *D. magna*. Ökad produktion av ROS hos *A. obliquus* minskar också kvaliteten på dessa alger och då också kvaliteten på maten till *D. magna*, vilket

då även bidrar till en minskad populationstillväxt av arten. Detta påverkar arter i högre trofnivåer ytterligare.

Eftersom kroppsstorleken hos *D. magna* minskar i närvaro av 2-MNQ skapas långsiktiga konsekvenser. Kroppsstorleken minskar även i framtida generationer vilket gör dem till ett lättare byte för predatoriska evertebrater. I naturliga ekosystem ökar också koncentrationen av 2-MNQ eftersom det ackumuleras i sediment och mer allelokemikalie kan introduceras genom växtmaterial (Diller *et al.* 2022).

Effekterna på akvatiska näringsvävar är viktiga att ha i åtanke vid utvärderingar av påverkan från *I. glandulifera*, eftersom de kan förändra hela ekosystem. Det är också viktigt att försöka minska effekten av allelokemikalier vid till exempel borttagning av *I. glandulifera* så att man inte får oönskade konsekvenser.

#### *Allelokemikaliers påverkan på växtligheten*

I studien av Bieberich *et al.* (2018) såg man att olika tillväxtstadier hos de inhemska arterna studerade har olika respons på 2-MNQ och *I. glandulifera* konkurrens. Det kan bero på olika struktur av växterna i olika livsstadier vilket gör att de reagerar olika på närvaro av *I. glandulifera*. Eftersom 2-MNQ i sig hade en låg påverkan på tillväxten hos olika inhemska arter kan det finnas andra allelokemikalier som *I. glandulifera* använder sig av. *I. glandulifera* var inte heller fullt tolerant mot 2-MNQ. Fröplantor producerar stora mängder 2-MNQ vilket gör att de lättare kan etablera stora populationer. När individerna sedan blir juveniler får de lägre tolerans för 2-MNQ och den intraspecifika konkurrensen ökar. Den densitetsberoende mortaliteten kan då öka vilket leder till större avstånd mellan individer och då också minskad konkurrens om resurser. Denna autotoxicitet skulle kunna vara en förklaring till varför många *I. glandulifera* populationer har fluktuationer från år till år (Bieberich *et al.* 2018).

#### *Evertibratsamhället*

Evertibratsamhällets komposition förändras i samband med en *I. glandulifera* invasion. I och med att *I. glandulifera* tar över stora delar av växtligheten i invaderade områden skapas mer organiskt material som måste brytas ner. Tillsammans med det förändrade evertibratsamhället skulle detta kunna förändra nedbrytningshastigheten av organiskt material. I och med förändringen i evertibratsamhället ovan och under jord kan en invasion av *I. glandulifera* potentiellt också leda till lägre biodiversitet bland evertebrater än i icke-invaderade habitat (Tanner *et al.* 2013).

#### *Påverkan på Mykorrhiza-svampar*

I och med att *I. glandulifera* påverkar andelen AM-svampar i jorden kan detta minska fitness hos inhemska arter som är beroende av dessa svampar. Minskad AM hos dessa växter kan minska deras produktivitet och konkurrenskraft i närvaro av *I. glandulifera*. Om de inhemska arterna naturligt har svag konkurrenskraft kan detta minska biodiversiteten i invaderade områden (Tanner & Gange 2013). Vissa studier, till exempel Hulme och Bremner (2005), menar att biodiversiteten minskar i områden invaderade av *I. glandulifera* eftersom den bildar en tät monokultur vilket skuggar marken och växterna under arten. De inhemska växterna får då inte tillräckligt med ljus och utkonkurreras. Enligt Tanner och Gange (2013) kan även påverkan på AM-svampar göra att inhemska arter påverkas i form av reducerad biomassa. *I. glandulifera* behöver nödvändigtvis inte konkurrera ut alla AM-svampar, men kan konkurrera ut svampar som ger störst fördel för vissa arter (Tanner & Gange 2013).

Det finns olika teorier om hur *I. glandulifera* kan göra så att AM-svampar förlorar arter att vara i symbios med. En hypotes är att *I. glandulifera* konkurrerar ut svamparna, vilket leder till att

andelen AM minskar. Detta gör i sin tur att inhemska arter som är beroende av AM får lägre fitness. Det kan också vara så att *I. glandulifera* använder sig av AM-svampar själv men inte ger tillbaka något i utbyte vilket skulle minska andelen AM-svampar i jorden där *I. glandulifera* växer. Även allelokemikalier från *I. glandulifera* skulle kunna ha en effekt på AM-svampar (Tanner & Gange 2013). Eftersom 2-MNQ påverkar EM-svampar (Ruckli *et al.* 2014) är det inte otänkbart att 2-MNQ också skulle kunna påverka AM-svampar. Dessa hypoteser behöver dock mer forskning för att kunna fastställas (Ruckli *et al.* 2014).

### **Hantering av spridning**

Genom att ta bort individer av *I. glandulifera* kan man göra problemet värre eftersom andra icke-inhemska arter kan öka, vilket kan påverka abundansen hos de inhemska arterna (Hulme & Bremner 2005, Hejda & Pyšek 2006). Detta behövs tas med i åtanke vid planering av åtgärder mot *I. glandulifera* (Hejda & Pyšek 2006). I dessa fall kan det vara mer effektivt att hantera hela växtsamhället för att minska effekterna av arten, och på så sätt också öka möjligheterna för högre biodiversitet (Hulme & Bremner 2005). Enligt Hejda och Pyšek (2006) är försök att ta bort *I. glandulifera* från strandzoner inte meningsfulla eftersom deras studie visade på att biodiversiteten inte påverkas.

Enligt studien från Rusterholz *et al.* (2012) kan frön från invasiva växter, däribland *I. glandulifera*, spridas via människan i form av felaktig hantering av trädgårdsavfall. Enligt mig är det därför väldigt viktigt att utbilda allmänheten om invasiva arter generellt och vilka problem de kan innebära för att minska just denna faktor av spridningen så mycket som möjligt.

Det är även viktigt att ta med i beaktning hur de inhemska arterna har blivit påverkade av *I. glandulifera*. Till exempel minskar AM-svampar i jorden vid en invasion av *I. glandulifera* vilket kan göra det svårt för vissa inhemska arter att etablera sig på nytt efter borttagning av *I. glandulifera*. För att lösa just detta problem skulle man kunna tillsätta AM-svampar i jorden för att hjälpa till med återkolonisering av både svampar och växter. Dock behövs det mer forskning kring detta för att se till att inga oönskade effekter uppkommer (Tanner & Gange 2013).

Resultaten från Najberek *et al.* (2020) indikerar att vattenspridda invasiva växter kan minska sin utbredningshastighet när de nått ett stort utbredningsområde, vilket kan hjälpa oss att förutspå utbredningen av andra vattenspridda invasiva arter och då kunna sätta in rätt metoder för att förhindra deras spridning.

Det verkar inte finnas någon definitiv metod för att ta bort *I. glandulifera* och olika forskare menar att olika metoder fungerar olika bra (Hulme & Bremner 2005, Hejda & Pyšek 2006, Tanner & Gange 2013, Čuda *et al.* 2017a) och det behövs mer forskning kring detta ämne. Dessutom menar vissa att det inte är meningsfullt att avlägsna växten (Hejda & Pyšek 2006). Enligt min åsikt bör områden invaderade av *I. glandulifera* åtminstone kontrolleras för effekter som växten kan ha på inhemska arter och habitatet den invaderat samt närliggande habitat.

### **Slutsats**

*I. glandulifera* är en av Europas mest invasiva arter. Enligt båda definitionerna av invasiva arter som presenterades i inledningen (Richardson *et al.* 2000, Pyšek *et al.* 2020) anses *I. glandulifera* vara en invasiv art, eftersom den både reproducerar naturligt utanför sitt ursprungliga utbredningsområde men också eftersom den påverkar ekosystemen negativt i vissa aspekter. *I. glandulifera* sprids främst via vattendrag (Zajac *et al.* 2011, Čuda *et al.* 2017a) och översvämningar (Čuda *et al.* 2017a), men kan också spridas med hjälp av människan (Rusterholz *et al.* 2012, Helsen *et al.* 2021). Arten påverkar även ekosystemen den invaderar



på olika sätt. Det är emellertid svårt att säga exakt hur *I. glandulifera* påverkar habitatet den invaderar. Responsen kan skilja sig mellan habitat, men också mellan klimat och olika habitatförutsättningar. Kring flera av aspekterna som undersökts i denna studie finns det delade meningar bland forskare om hur *I. glandulifera* påverkar habitat och inhemska arter. De olika resultaten kan ha varierat just eftersom studierna utförts i olika delar av Europa med olika klimat och habitatförutsättningar och det mest troliga är att effekterna av *I. glandulifera* skiljer sig åt i olika habitat och under olika förutsättningar. Det är därför viktigt att man vet hur arten påverkar olika habitat under olika förutsättningar för att skapa en så korrekt bild som möjligt av artens påverkan av ekosystem. Det finns vissa metoder som kan användas för att minska spridningen av *I. glandulifera* (Hulme & Bremner 2005, Tanner & Gange 2013, Čuda *et al.* 2017a), men i och med att *I. glandulifera* är en så pass spridd växt och så pass konkurrenskraftig är den svår att få bort helt och hållet och det är oklart vilken metod som är bäst för att avlägsna arten från specifika platser.

## Tack

Jag vill tacka Emma Louise Jonsson och Nathalie Gournambassis för bra återkoppling och förbättringsförslag. Jag vill även tacka min handledare Per Sjödin för givande diskussioner och återkoppling under arbetets gång.

## Källförteckning

- Beerling DJ. 1993. The Impact of Temperature on the Northern Distribution Limits of the Introduced Species *Fallopia japonica* and *Impatiens glandulifera* in North-West Europe. *Journal of Biogeography* **20**: 45–53.
- Bieberich J, Lauerer M, Drachsler M, Heinrichs J, Müller S, Feldhaar H. 2018. Species- and developmental stage-specific effects of allelopathy and competition of invasive *Impatiens glandulifera* on co-occurring plants. *PLOS ONE* **13**: e0205843.
- Brooks ML, D'Antonio CM, Richardson DM, Grace JB, Keeley JE, DiTomaso JM, Hobbs RJ, Pellant M, Pyke D. 2004. Effects of Invasive Alien Plants on Fire Regimes. *BioScience* **54**: 677–688.
- Buckley YM, Brockhoff E, Langer L, Ledgard N, North H, Rees M. 2005. Slowing down a pine invasion despite uncertainty in demography and dispersal. *Journal of Applied Ecology* **42**: 1020–1030.
- Chittka L, Schürkens S. 2001. Successful invasion of a floral market. *Nature* **411**: 653–653.
- Čuda J, Rumlerová Z, Brůna J, Skálová H, Pyšek P. 2017a. Floods affect the abundance of invasive *Impatiens glandulifera* and its spread from river corridors. *Diversity and Distributions* **23**: 342–354.
- Čuda J, Vítková M, Albrechtová M, Guo W-Y, Barney JN, Pyšek P. 2017b. Invasive herb *Impatiens glandulifera* has minimal impact on multiple components of temperate forest ecosystem function. *Biological Invasions* **19**: 3051–3066.
- Dassonville N, Vanderhoeven S, Vanparys V, Hayez M, Gruber W, Meerts P. 2008. Impacts of alien invasive plants on soil nutrients are correlated with initial site conditions in NW Europe. *Oecologia* **157**: 131–140.
- Diller JGP, Drescher S, Hofmann M, Rabus M, Feldhaar H, Laforsch C. 2022. The Beauty is a beast: Does leachate from the invasive terrestrial plant *Impatiens glandulifera* affect aquatic food webs? *Ecology and Evolution* **12**: e8781.
- Fawzy S, Osman AI, Doran J, Rooney DW. 2020. Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters* **18**: 2069–2094.
- Fristoe TS, Chytrý M, Dawson W, Essl F, Heleno R, Kreft H, Maurel N, Pergl J, Pyšek P, Seebens H, Weigelt P, Vargas P, Yang Q, Attorre F, Bergmeier E, Bernhardt-Römermann M, Biurrun I, Boch S, Bonari G, Botta-Dukát Z, Bruun HH, Byun C, Čarni A, Carranza ML, Catford JA, Cerabolini BEL, Chacón-Madrigal E, Ciccarelli D, Čuštěrevska R, de Ronde I, Dengler J, Golub V, Haveman R, Hough-Snee N, Jandt U, Jansen F, Kuzemko A, Kůzmič F, Lenoir J, Macanović A, Marcenò C, Martin AR, Michaletz ST, Mori AS, Niinemets Ü, Peterka T, Pielech R, Rašomavičius V, Růsiņa S, Dias AS, Šibíková M, Šilc U, Stanisci A, Jansen S, Svenning J-C, Swacha G, van der Plas F, Vassilev K, van Kleunen M. 2021. Dimensions of invasiveness: Links between local abundance, geographic range size, and habitat breadth in Europe's alien and native floras. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **118**: e2021173118.

- Greenwood P, Baumann P, Pulley S, Kuhn NJ. 2018. The invasive alien plant, *Impatiens glandulifera* (Himalayan Balsam), and increased soil erosion: causation or association? Case studies from a river system in Switzerland and the UK. *Journal of Soils and Sediments* **18**: 3463–3477.
- Hejda M, Pyšek P. 2006. What is the impact of *Impatiens glandulifera* on species diversity of invaded riparian vegetation? *Biological Conservation* **132**: 143–152.
- Helsen K, Diekmann M, Decocq G, De Pauw K, Govaert S, Graae BJ, Hagenblad J, Liira J, Orczewska A, Sanczuk P, Van Meerbeek K, De Frenne P. 2021. Biological flora of Central Europe: *Impatiens glandulifera* Royle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **50**: 125609.
- Hulme PE, Bremner ET. 2005. Assessing the impact of *Impatiens glandulifera* on riparian habitats: partitioning diversity components following species removal. *Journal of Applied Ecology* **43**: 43–50.
- Najberek K, Kosior A, Solarz W. 2021. Alien balsams, strawberries and their pollinators in a warmer world. *BMC Plant Biology* **21**: 500.
- Najberek K, Olejniczak P, Berent K, Gašienica-Staszeczek M, Solarz W. 2020. The ability of seeds to float with water currents contributes to the invasion success of *Impatiens balfourii* and *I. glandulifera*. *Journal of Plant Research* **133**: 649–664.
- Pyšek P, Hulme PE, Simberloff D, Bacher S, Blackburn TM, Carlton JT, Dawson W, Essl F, Foxcroft LC, Genovesi P, Jeschke JM, Kühn I, Liebhold AM, Mandrak NE, Meyerson LA, Pauchard A, Pergl J, Roy HE, Seebens H, van Kleunen M, Vilà M, Wingfield MJ, Richardson DM. 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews* **95**: 1511–1534.
- Pyšek P, Jarošík V, Hulme PE, Pergl J, Hejda M, Schaffner U, Vilà M. 2011. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Global Change Biology* **18**: 1725–1737.
- Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* **6**: 93–107.
- Ruckli R, Hesse K, Glauser G, Rusterholz H-P, Baur B. 2014. Inhibitory Potential of Naphthoquinones Leached from Leaves and Exuded from Roots of the Invasive Plant *Impatiens glandulifera*. *Journal of Chemical Ecology* **40**: 371–378.
- Rusterholz H-P, Wirz D, Baur B. 2012. Garden waste deposits as a source for non-native plants in mixed deciduous forests. *Applied Vegetation Science* **15**: 329–337.
- Stirling G, Wilsey B. 2001. Empirical Relationships between Species Richness, Evenness, and Proportional Diversity. *The American Naturalist* **158**: 286–299.
- Tanner RA, Gange AC. 2013. The impact of two non-native plant species on native flora performance: potential implications for habitat restoration. *Plant Ecology* **214**: 423–432.

- Tanner RA, Varia S, Eschen R, Wood S, Murphy ST, Gange AC. 2013. Impacts of an Invasive Non-Native Annual Weed, *Impatiens glandulifera*, on Above- and Below-Ground Invertebrate Communities in the United Kingdom. *PLoS ONE* **8**: e67271.
- Tsukaya H. 2004. Gene flow between *Impatiens radicans* and *I. javensis* (Balsaminaceae) in Gunung Pangrango, central Java, Indonesia. *American Journal of Botany* **91**: 2119–2123.
- Tyler T, Herbertsson L, Olofsson J, Olsson PA. 2021. Ecological indicator and traits values for Swedish vascular plants. *Ecological Indicators* **120**: 106923.
- Ugoletti P, Reidy D, Jones MB, Stout JC. 2013. Do native bees have the potential to promote interspecific pollination in introduced *Impatiens* species? *Journal of Pollination Ecology* **11**: 1–8.
- Willis SG, Hulme PE. 2002. Does temperature limit the invasion of *Impatiens glandulifera* and *Heracleum mantegazzianum* in the UK? *Functional Ecology* **16**: 530–539.
- Willis SG, Hulme PE. 2004. Environmental Severity and Variation in the Reproductive Traits of *Impatiens glandulifera*. *Functional Ecology* **18**: 887–898.
- Wilson JR, Richardson DM, Rouget M, Procheş Ş, Amis MA, Henderson L, Thuiller W. 2007. Residence time and potential range: crucial considerations in modelling plant invasions. *Diversity and Distributions* **13**: 11–22.
- Zajac A, Tokarska-Guzik B, Zajac M. 2011. The role of rivers and streams in the migration of alien plants into the Polish Carpathians. *Biodiversity Research and Conservation* **23**: 43–56.
- Zika PF. 2006. The Status of *Impatiens capensis* (Balsaminaceae) on the Pacific Northwest Coast. *The Journal of the Torrey Botanical Society* **133**: 593–600.