

Die kombinierte Wirkung von spezialisierten wurzelbohrenden Insekten und Pflanzenkonkurrenz reduziert das Wachstum von *Rumex obtusifolius*

Klötzli J^{1,2}, Suter M¹, Schaffner U^{1,3}, Müller-Schärer H² & Lüscher A¹

Keywords: Massenausbringung, *Pyropterum chrysidiforme*, Unkrautregulierung

Abstract

*Augmentative biological control offers a potentially effective, but largely unexplored, opportunity to control native weeds with native phytophagous insects. Herbivore effects on the target weed may further be enhanced by interspecific competition with other plant species. We assessed the impact of root-boring larvae of the Sesiid moth *Pyropterum chrysidiforme* on the target weed *Rumex obtusifolius* for two groups of initially small and large plants, with or without competition from a *Lolium perenne* sward. In a field experiment, 106 *Rumex* roots were planted into plots with either pure *L. perenne* or bare soil, and *R. obtusifolius* plant performance was measured after one year. Overall, competition from the grass sward strongly reduced aboveground biomass and root mass of *R. obtusifolius*. Herbivory alone had little impact on *R. obtusifolius* growth. However, in combination with grass competition, herbivory negatively affected above- and belowground biomass of *R. obtusifolius* plants, but only when growing from initially smaller roots (agent x competition interaction: $P < 0.05$ for each,). Our results indicate that joint effects between augmentative biological control and plant competition can reduce the growth of a major grassland weed.*

Einleitung und Zielsetzung

Rumex obtusifolius L. (Stumpflättriger Ampfer, Blacke) ist eines der problematischsten Unkräuter in intensiv bewirtschaftetem Dauergrasland in Europa (Grossrieder und Keary, 2004) und gilt als ein Haupthindernis für die Umstellung von Rindviehbetrieben auf den biologischen Landbau in der Schweiz. Es besteht demzufolge ein Bedarf an der Entwicklung wirksamer nicht-chemischer Regulierungsmaßnahmen gegen *R. obtusifolius*. Der europäische Schmetterling *Pyropterum chrysidiforme* (Esper) (Lepidoptera; Sesiidae) (Roter Ampfer-Glasflügler) wurde als Kandidat für die biologische Regulierung von *R. obtusifolius* vorgeschlagen (Grossrieder und Keary, 2004), da die wurzelbohrenden Larven die Reserven der Pflanze vermindern können (Scott und Sagliocco, 1991). Jedoch wurde gezeigt, dass die Wirkung von *P. chrysidiforme* nicht ausreicht, um etablierte Pflanzen von *R. obtusifolius* im Dauergrasland signifikant zu beeinträchtigen (Hahn et al., 2016). Die Wirkung von wurzelbohrenden Insekten könnte allerdings durch Pflanzenkonkurrenz verstärkt werden (Sheppard, 1996). Ein potenzieller Konkurrent von *R. obtusifolius* ist *Lolium perenne* L. (Englisches Raygras) (Keary und Hatcher, 2004; Niggli et al., 1993). In der

¹ Agroscope, Futterbau und Graslandssysteme, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, juliekloetzli@gmail.com.

² Department of Biology/Ecology & Evolution, Universität Freiburg, 1700, Freiburg, Schweiz.

³ CAB International, Rue des Grillons 1, 2800, Delémont, Schweiz.

vorliegenden Studie haben wir deshalb die kombinierte Wirkung des wurzelbohrenden Schmetterlings *P. chrysidiforme* und der Konkurrenz von *L. perenne* auf kleine und große *R. obtusifolius* Pflanzen untersucht.

Methoden

Im Juni 2019 wurde in der Nähe von Agroscope Zürich ein Feldversuch angelegt. Es wurden kleine und große Wurzeln von *R. obtusifolius* (insgesamt 106 Wurzeln), die in intensiv bewirtschafteten Weiden gesammelt wurden, in etablierte, reine Grasbestände von *L. perenne* und in Parzellen mit unbedecktem Boden (gepflügt, Pflanzen- und Unkrautfrei) gepflanzt (3-4 Wurzeln jeder Größenklasse pro Parzelle; insgesamt 16 Parzellen: Größe 1,8 m × 5 m). Die durchschnittliche Masse der verpflanzten kleinen und großen Wurzeln betrug 2,9 g (Standardfehler $\pm 0,20$ g) bzw. 57,5 g ($\pm 5,19$ g). Die Hälfte der Wurzeln beider Größenklassen wurde mit Eiern von *P. chrysidiforme* inokuliert, die andere Hälfte diente als Kontrollbehandlung ohne Inokulation (Split-Plot-Design). Die oberirdische Biomasse der *Rumex*-Pflanzen wurde dreimal im Herbst 2019 und zweimal im Frühjahr 2020 geerntet, getrocknet und über die Ernten summiert, um die kumulative oberirdische Biomasse zu erhalten. Die Wurzeln wurden im Mai 2020 ausgegraben, von Erde gereinigt und gewogen. Die Daten wurden mit generalisierten linearen gemischten Modellen (GLMMs) unter Verwendung einer logarithmischen Transformationsfunktion analysiert. Erklärende Faktoren waren die Konkurrenz durch *L. perenne* (2 Stufen), die Applikation von *P. chrysidiforme* (2 Stufen) und die initiale Wurzelmasse von *R. obtusifolius* (2 Stufen), einschließlich aller Interaktionen. Die Split-Plot-Struktur wurde durch einen Term für die Parzelle berücksichtigt (Analysen mit Software R (R Core Team, 2021)).

Ergebnisse

Die oberirdische Biomasse aller *R. obtusifolius* Pflanzen wurde durch die Konkurrenz von *L. perenne* stark reduziert (Haupteffekt: $\chi^2 = 66,5$; $P < 0,001$; Abbildung 1). Pflanzen aus anfänglich kleinen Wurzeln wurden durch die Konkurrenz jedoch stärker unterdrückt als Pflanzen, die aus großen Wurzeln wuchsen (Interaktion zwischen Konkurrenz und initialer Wurzelmasse: $\chi^2 = 23,8$; $P < 0,001$). Wenn *R. obtusifolius* ohne Konkurrenz wuchs, zeigte die Inokulation mit *P. chrysidiforme* keine Wirkung (Interaktion zwischen Inokulation × Konkurrenz: $P < 0,05$). Wenn jedoch *R. obtusifolius* unter Konkurrenz mit *L. perenne* wuchs, reduzierte die Anwendung von *P. chrysidiforme* die oberirdische Biomasse von anfänglich kleinen Wurzeln signifikant ($z = 3,9$; $P < 0,001$; vergleiche Kontraste in Abbildung 1).

Ähnlich wie die oberirdische Biomasse wurde auch die finale Wurzelmasse aller *R. obtusifolius* Pflanzen durch die Konkurrenz von *L. perenne* stark negativ beeinflusst (Haupteffekt: $\chi^2 = 39,3$; $P < 0,001$; Abbildung 2) und der Konkurrenzeffekt war bei anfänglich kleinen Wurzeln grösser (Interaktion zwischen Konkurrenz und initialer Wurzelmasse: $\chi^2 = 20,6$; $P < 0,001$). Ebenso wurde die finale Wurzelmasse der anfänglich kleinen Wurzeln durch die Inokulation mit *P. chrysidiforme* nur unter Konkurrenz von *L. perenne* signifikant reduziert ($z = 4,8$; $P < 0,001$; vergleiche Kontraste in Abbildung 2).

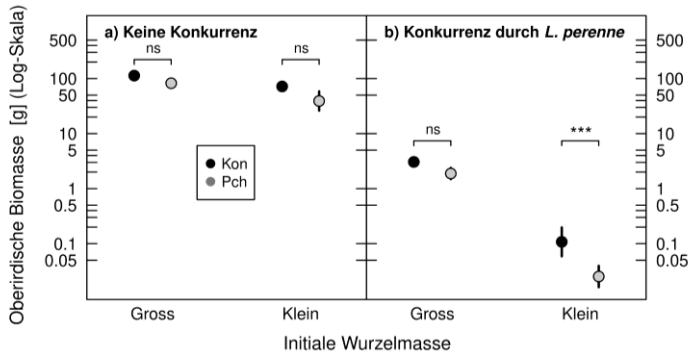


Abbildung 1: Oberirdische Biomasse von *R. obtusifolius* Pflanzen ohne Konkurrenz (a) und mit Konkurrenz durch *L. perenne* (b), in Abhängigkeit der initialen Wurzelmasse und der *Pyropteron* Behandlung (Kontrolle [Kon], *P. chrysidiforme* [Pch]). Angegeben sind Mittelwerte \pm Standardfehler. Nicht sichtbare Standardfehler sind auf kleine Werte zurückzuführen. Die statistische Inferenz basiert auf einem GLMM. *** $P < 0,001$, ns: nicht signifikant.

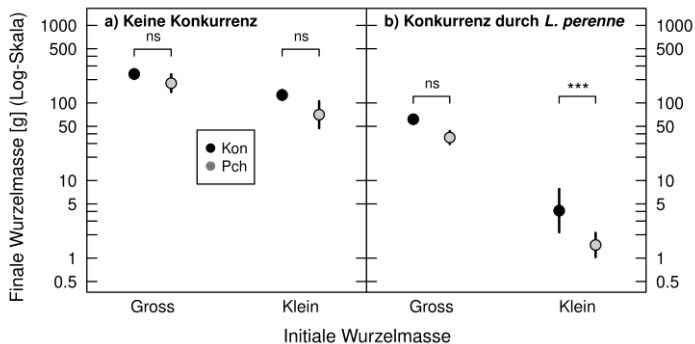


Abbildung 2: Finale Wurzelmasse von *R. obtusifolius* Pflanzen ohne Konkurrenz (a) und mit Konkurrenz durch *L. perenne* (b), in Abhängigkeit der initialen Wurzelmasse und der *Pyropteron* Behandlung (Kontrolle [Kon], *P. chrysidiforme* [Pch]). Angegeben sind Mittelwerte \pm Standardfehler. Nicht sichtbare Standardfehler sind auf kleine Werte zurückzuführen. Die statistische Inferenz basiert auf einem GLMM. *** $P < 0,001$, ns: nicht signifikant

Diskussion

Unsere Ergebnisse zeigen, dass interspezifische Pflanzenkonkurrenz und wurzelbohrende Larven interaktive Auswirkungen auf das Wachstum von *R. obtusifolius* haben und dass die Effekte von der Pflanzengröße abhängig sind. Die Konkurrenz durch Gräser kann die Verfügbarkeit von Ressourcen für benachbarte *Rumex* Pflanzen verringern und dadurch deren Wachstum beeinträchtigen (Jeangros und Nösberger, 1990). Niggli et al. (1993) haben jedoch auch gezeigt, dass *R. obtusifolius* nach Schnitt

weiterhin ein hohes Wachstumspotenzial hat, selbst wenn die Art in Konkurrenz mit *L. perenne* und anderen Gräsern wächst.

Die hohe Konkurrenzfähigkeit von *R. obtusifolius* wurde auf eine effiziente Nutzung von Stickstoff und der Kohlenhydratreserven der Pflanze zurückgeführt (Niggli et al., 1993). Dieses Resultat könnte erklären, warum in unserer Studie kleine *Rumex* Wurzeln ein geringeres Potenzial hatten, der Konkurrenz zu widerstehen, da ihre Reserven klein sind. Somit vermochten die wurzelbohrenden Larven die initial kleinen aber nicht die grossen Wurzeln zu unterdrücken, und dies nur, wenn sie der Konkurrenz durch *L. perenne* ausgesetzt waren.

Schlussfolgerungen

Die Kombination aus biologischer Regulierung mit spezialisierten Insekten und Pflanzenkonkurrenz kann das Wachstum von *R. obtusifolius* stärker unterdrücken als die Einzelwirkung der beiden Faktoren, allerdings nur bei kleinen Pflanzen. Die kombinierte Wirkung von *P. chrysidiforme* und weiteren Faktoren sollte deshalb für die integrierte Unkrautregulierung von *R. obtusifolius* weiter erforscht werden.

Danksagung

Dieses Projekt wurde durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union unter der Fördervereinbarung Nr. 727321 gefördert.

Literatur

- Grossrieder M & Keary I P (2004) The potential for the biological control of *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* using insects in organic farming, with particular reference to Switzerland. *Biocontrol News and Information* 25(3): 65N-79N.
- Hahn M A, Schaffner U, Häffliger P & Lüscher A (2016) Establishment and early impact of the native biological control candidate *Pyropteron chrysidiforme* on the native weed *Rumex obtusifolius* in Europe. *Biocontrol* 61(2): 221-232. <https://doi.org/10.1007/s10526-016-9715-6>
- Jeaungros B & Nösberger J (1990) Effects of an established sward of *Lolium perenne* L. on the growth and development of *Rumex obtusifolius* L. seedlings. *Grass and Forage Science* 45(1): 1-7. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1990.tb02176.x>
- Keary I P & Hatcher P E (2004) Combining competition from *Lolium perenne* and an insect-fungus combination to control *Rumex obtusifolius* seedlings. *Weed Research* 44(1): 33-41. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00370.x>
- Niggli U, Nösberger J & Lehmann J (1993) Effects of nitrogen fertilization and cutting frequency on the competitive ability and the regrowth capacity of *Rumex obtusifolius* L. in several grass swards. *Weed Research* 33(2): 131-137. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1993.tb01926.x>
- R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. <https://www.r-project.org>.
- Scott J K & Saggiocco J L (1991) Host-specificity of a root borer, *Bembecia chrysidiformis* [Lep.: Sesiidae], a potential control agent for *Rumex* spp. [Polygonaceae] in Australia. *Entomophaga* 36(2): 235-244. <https://doi.org/10.1007/BF02374559>
- Sheppard A W (1996) The interaction between natural enemies and interspecific plant competition in the control of invasive pasture weeds. In: Proceedings of the IX International symposium on Biological Control of Weeds. Stellenbosch, University of Cape Town, South Africa: 1-26.