wasser
in schule und bildung

Band 7 (2021)
S. 15–17

Allelopathische Wirkung von *Chara* auf *Chlorococcum*

Vera Rahel Scheppmann [1] *

[1] Walburgisgymnasium Menden/Gymnasium an der Hönne, 58706 Menden

ZUSAMMENFASSUNG

Chara lebt in Dominanzbeständen, den sogenannten „Charawiesen“, in submersen Zonen bis zu 60 m unter der Oberfläche stehender Gewässer. Diese Alge ist so dominant, weil sie hemmend wirkende Allelochemikalien produzieren kann (Mulderij et al., 2003). In dieser Arbeit wird anhand von Laborexperimenten die allelopathische Wirkung von *Chara* auf die Grünalge *Chlorococcum* untersucht. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass das Wasser von *Chara*-Kulturen deutlich allelopathisch wirkt, während ein aus *Chara* gewonnener wässriger Extrakt nicht diese Wirkung zeigt.

EINLEITUNG

Bei der Allelopathie handelt es sich um intra- oder interspezifische Interferenz zwischen Pflanzen. Dabei werden aus der Donorpflanze die Allelochemikalien freigesetzt, durch das Biotop transportiert und von der Akzeptorpflanze aufgenommen. Die Allelochemikalien haben dann in den meisten Fällen eine phytotoxische Wirkung auf den Zielorganismus, wirken in selteneren Fällen auch subtoxisch. Die Allelopathie ist somit eine Wechselwirkung zwischen Organismen und gehört damit zur chemischen Ökologie. Die Allelopathie ist des Weiteren ein sehr weit gefasster Begriff, denn dieses natürliche Phänomen umfasst die Gesamtheit der Wechselwirkungen zwischen zwei oder mehreren Pflanzen.[1]

Die allelopathischen Wechselwirkungen haben unterschiedliche Folgen, aber generell werden die Ökosysteme auf diese Weise stabilisiert und weiterentwickelt. Die intraspezifische Allelopathie bewirkt meist eine Induktion[2] und Synchronisation von Entwicklungsvorgängen innerhalb einer Population. Die interspezifische Allelopathie hat das Unterdrücken[3] von Konkurrenten zur Folge. Das liegt an der vor allem in dicht besiedelten Biotopen vorliegenden Konkurrenz um abiotische Faktoren wie Licht, Wasser und Mineralstoffe zwischen den Organismen, die durch limitierte Ressourcen bestimmt wird.

Die Menge der produzierten Allelochemikalien wird durch abiotische Faktoren beeinflusst, bei durch Konkurrenz um knappe Ressourcen verursachtem Stress wird eine deutlich höhere Menge an Allelochemikalien produziert (z.B. Putnam (1985), Olofsdotter (1998)). Bei einer Allelochemikalie handelt es sich um ein von der Donorpflanze produziertes Produkt des pflanzlichen Sekundärstoffwechsels. Dieses Produkt kann in unterschiedlichen Formen vorliegen: gasförmig (z.B. Verdunstungen), flüssig (Wurzelexsudate) und fest (meist abgestorbene Pflanzenteile). Dabei wird als „Echte Allelopathie“ ein Vorgang bezeichnet, bei dem die Pflanzen die Allelochemikalien aktiv in das Biotop freisetzen. Dahingegen bedeutet die „Funktionelle Allelopathie“, dass die Toxine erst aus der Zersetzung von Pflanzenresten resultieren. Bei Wasserpflanzen bestehen die Allelochemikalien oft aus Phenolen oder phenolischen Verbindungen. Diese haben höchstwahrscheinlich eine direkte Hemmwirkung auf Fotosystem II. Das fand Mähnert (2015) durch einen steilen Rückgang der maximalen Quanten-Dunkel-Ausbeute bei einer PAM-Messung heraus und auch Lürling et al. (2006) wies dies nach. Bei unserem Versuch wird die Wirkung der allelopathisch aktiven Armleuchteralgen (Charophyceae) auf *Chlorococcum* untersucht.

MATERIAL

Die Armleuchteralgen (*Chara*) sind submers lebende und makrophytische grüne Algen. Sie können sich sowohl generativ (über ihre Gametangien) als auch vegetativ fortpflanzen. Vorwiegend findet man diese Algen in nährstoffarmem und kalkhaltigem[4] Süßwasser. Dabei bevorzugen sie feinsandige bis schlammige Substrate, in denen sie ihre Rhizoide verankern können. Die in unseren Versuchen benutze *Chara vulgaris* wurde Freilandbeständen der Sorpetalsperre entnommen.

Chlorococcum ist eine kleine einzellige und unbegeißelte Grünalge. Sie ist einfach zu kultivieren. Hier wird auf den in der Ökologischen Station in der JH Sorpesee vorgehaltenen Stamm zurückgegriffen. Als Kulturmedium dient Volvic [5] unter Zusatz von handelsüblichem Flüssigdünger.

METHODEN

Die Konzentration der *Chlorococcum*-Algen-Kultur wird anhand ihrer Absorption gemessen werden. Hierfür wurde das Fotometer Macherey-Nagel vis verwendet. Gemessen wurde bei 436 nm und 683 nm gemessen, da hier die *Chlorococcum*-Kultur ihre höchsten Absorptionen hat.

*eMail v.scheppmann@t-online.de

[1] Aufgrund der Vielfalt von verschiedenen Arten der Chemokommunikation gibt es unterschiedliche Auffassungen und Definitionen des Umfanges von dem Begriff „Allelopathie“. Auch wird über das Ausmass der Wirkungen kontrovers diskutiert.

[2] Bei der Induktion handelt es sich um einen Vorgang, bei dem die Entwicklung des Keimes (Embryo) beeinflusst wird. Auslöser kann die intraspezifische Allelopathie sein.

[3] Ob die Hemmung auf das Wachstum dauerhaft ist, ist nicht bewiesen (Gross et al., 2007).

[4] In kalkhaltigem Wasser ist Calciumcarbonat vorhanden, das für die Fotosynthese genutzt wird. Damit beteiligen sich die Armleuchteralgen an der biogenen Entkalkung z.B. der Sorpe.

[5] Volvic wird von Helbig (o.J.) für Algenkulturen empfohlen.

© bei den Autoren CC-BY-NC-ND 3.0 (2021)

Tab. 1. Versuchsansätze. Alle Angaben in mL.

Ansatz	Volvic	Dünger	Chlorococcum-Kultur	Wasser aus *Chara*-Kultur	*Chara*-Extrakt
1	200	0,1	50	0	0
2	0	0,1	50	200	0
3	184	0	50	0	16

Chara-Kultur Ein *Chara*-Büschel wird in 500 mL Leitungswasser gegeben, wo es 7 Tage verbleibt. Die Kultur wird auf eine Fensterbank gestellt, so dass sie im Tag-Nacht-Rhythmus mit Tageslicht beleuchtet wird. Nach 7 Tagen wird das Wasser der Chara-Kultur filtriert.

Um den *Chara*-Extrakt zu gewinnen werden die Armleuchteralgen in einem Mörser mit etwas Wasser aus der *Chara*-Kultur zerrieben. Der entstandene Brei wird gesiebt, die dabei verbliebenen Algen-Reste werden verworfen und die grüne Flüssigkeit aufgefangen. Daraufhin wird diese grüne aufgefangene Flüssigkeit zentrifugiert, wobei die grünen Algenteile sich unten absetzen und ein braun aussehender Überstand entsteht. Anschließend filtriert man die braune Flüssigkeit und erhält einen wässrigen *Chara*-Extrakt.

Versuchsansätze Drei parallele Ansätze werden gemäß Tabelle 1 vorbereitet. Sie werden mit Aluminiumfolie verschlossen und gleichmäßig beleuchtet.

Alle zwei Tage wird die Konzentration der Ansätze fotometrisch bei 436 nm und 638 nm gemessen.

ERGEBNISSE

Da die Messungen bei 436 nm und 638 nm vergleichbare Ergebnisse brachten, wird hier nur die Messung bei 638 nm dargestellt (Abb. 1). Die Veränderungen lassen sich auch mit bloßem Auge erkennen (Abb. 2 und 3).

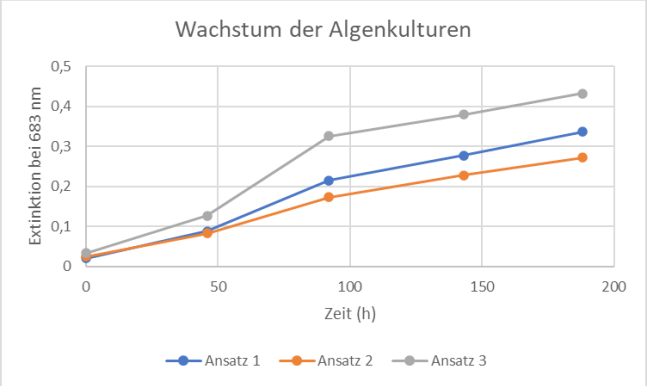

Abbildung 1 – Wachstum von *Chlorococcum* in den verschiedenen Ansätzen

Bei Ansatz 1 liegt reguläres Wachstum von *Chlorococcum* vor, da kein Wasser aus *Chara*-Kulturen und demnach auch keine hemmend wirkenden Allelochemikalien vorhanden sein können. Die

Abbildung 2 – Versuchsansätze zu Beginn des Experiments

Abbildung 3 – Versuchsansätze nach 98 h

Hypothese, dass in Ansatz 2 eine sehr geringe Wachstumsrate aufgrund der hier vorhandenen 200 ml Wasser aus der *Chara*-Kultur gemessen wird, hat sich nur teils verifiziert. Zwar ist die gemessene Wachtumsrate geringer als die aus Ansatz 1 ohne mögliche allelopathische Beeinflussung, allerdings wächst auch hier *Chlorococcum* und die Hemmwirkung ist geringer als erwartet. In Ansatz 3 wurde die Ausgangshypothese falsifiziert, denn hier liegt nicht einmal eine schwache allelopathische Hemmwirkung vor, da die Algenkonzentrationen hier deutlich höher als bei den anderen Ansätzen sind.

DISKUSSION

Die Ergebnisse passen generell zu dem fachwissenschaftlichen Hintergrund. Schließlich sind auch Versuchsergebnisse bekannt, in denen die allelopathischen Hemmwirkungen durch Allelochemikalien je nach *Chara*-Art durch intergenetische Unterschiede unterschiedlich stark auftreten (Mähnert, 2015; Mulderij et al., 2003). Auch

ISSN 2194-3052

können nicht den Hypothesen entsprechende Ergebnisse durch verschiedene methodische Ansätze, Wissenslücken oder inkorrekte Versuchsdurchführungen zustande kommen und erklärt werden.

Die nur leicht auftretenden allelopathischen Hemmwirkungen in Ansatz 2 könnten sich damit erklären lassen, dass unterschiedliche *Chara*-Arten unterschiedlich stark ausgeprägte Hemmwirkungen zeigen können. Auch könnten weniger Allelochemikalien aufgrund von nicht vorhandenen anregenden abiotischen Faktoren produziert worden sein. Die wachstumsfördernde Wirkung des *Chara*-Extraktes in Ansatz 3 könnte durch die angewandte Methode zur Freisetzung der Allelochemikalien verursacht worden sein. Die wachstumsfördernde Wirkung muss auch wider Erwarten von dem *Chara*-Extrakt verursacht worden sein, da dies der einzige Zusatz zu der Basis aller Ansätze (0,1 ml Dünger, 50 ml *Chlorococcum*) ist. In Ansatz 3 wurde direkt aus den *Chara*-Algen ein Extrakt gewonnen. Dabei wurden durch Zermörsern die Zellwände zerstört und es wurde erwartet, dass noch nicht ins Medium abgegebene Allelochemikalien so freigesetzt werden würden. Bei dem anschließenden Zentrifugieren sollten dann die Allelochemikalien sich in dem braunen Überstand ansammeln. Die wachstumsstimulierende Wirkung könnte davon herrühren, dass durch das Zermörsern andere wachstumsfördernde Stoffe wie z.B. düngende Mineralsalze aus *Chara* freigesetzt wurden. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass *Chara* durch den Kontakt mit der Luft beim Mörsern die Wirkung der Allelochemikalien eingebüßt haben. Denn es wurde bewiesen, dass getrocknetes *Chara*-Material keine Hemmwirkungen auf fotoautotrophe Zielorganismen mehr zeigt (Mähnert, 2015). Allerdings kann man hier gegen argumentieren, dass die sich *Chara* beim Mörsern durchgängig in einer Lösung befand und so nicht getrocknet wurden. Allenfalls bestand ein leichter Luftkontakt.

Die in Ansatz 2 weniger stark als erwartet auftretenden Hemmwirkungen können sich mit dem methodischen Ansatz oder der untersuchten Pflanze begründen lassen. Schließlich beeinflussen abiotische Faktoren die Menge der produzierten Chemikalien (van Donk/van de Bund, 2002): je mehr Stress aufgrund von Konkurrenz um begrenzte Ressourcen, desto mehr produzierte Allelochemikalien als Reaktion auf die Konkurrenz-Bedingungen. Auch könnten die Ergebnisse von Ansatz 2, wie schon in der Einleitung erwähnt, mit der verwendeten Armleuchteralgenart begründet werden: unterschiedliche *Chara*-Arten haben unterschiedlich stark wirkende Allelochemikalien (Mähnert, 2015). Die in der Sorpetalsperre vorkommende *Chara*-Art wurde nicht von einem Experten nachbestimmt, allerdings handelt es sich sehr wahrscheinlich um *Chara vulgaris*, bei der in anderen Versuchen starke allelopathische Hemmwirkungen belegt wurden (z.B. Wang et al. (2013)).

Die Ergebnisse von Ansatz 3 befriedigen noch nicht. Dieser Versuchsansatz müsste weiter untersucht werden. Ansonsten zeigen die Versuche aber eine deutliche allelopathische Hemmwirkung von *Chara* auf *Chlorococcum*.

DANKSAGUNG

Diesem Aufsatz liegt meine Facharbeit zugrunde. Die Arbeit wurde durch die EU über LEADERsein! e.V. - Bürgerregion am Sorpesee gefördert. Ich bedanke mich bei Herrn Schelte für die Betreuung während der Arbeit.

LITERATUR

GROSS E.M., HILT S., LOMBARDO P., MULDERIJ G. (2007): Searching for allelopathic effects of submerged macrophytes on phytoplankton—state of the art and open questions. In: GULATI R.D., LAMMENS E., DE PAUW N., VAN DONK E. (eds.), Shallow Lakes in a Changing World. Developments in Hydrobiology **196**. Dordrecht

HELBIG Kulturmedium für Algen (o.J.) `https://www.lebendkulturen.de/index.php/kulturen/paramecium-bursaria/32-lebendkulturen/117-kulturmedium-algen`

LÜRLING, M., VAN GEEST, G., SCHEFFER, M. (2006): Importance of Nutrient Competition and Allelopathic Effects in Suppression of the Green Alga Scenedesmus obliquus by the Macrophytes *Chara*, *Elodea* and *Myriophyllum*. Hydrobiologia **556**, 209–220

MÄHNERT, B. (2015): Allelopathic activity of stoneworts, Masterarbeit Universität Wien

MULDERIJ, G., VAN DONK, E., ROELOFS, J.G.M (2003): Differential sensitivity of green algae to allelopathic substances from *Chara*: Recent Developments in Fundamental and Applied Plankton Research, Hydrobiologia **491**, 261–271

PUTNAM, A.R. (1985): Allelopathic Research in Agriculture. In: The Chemistry of Allelopathy, Kap. 1, 1-8. ACS Symposium Series **268**

OLOFSDOTTER, M. (ed.) (1998): Allelopathy in Rice. Manila

VAN DONK E., VAN DE BUND W.J. (2002): Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto- and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms, Aquatic Botany **72**, 261-274

WANG, J., ZHU, J.Y., GAO, Y.N., LIU, B.Y., LIU, S.P., HE, F., WU, Z.B. (2013): Toxicity of allelochemicals released by submerged macrophytes on phytoplankton. Allelopathy Journal **31**, 199-210