

Optimized use of potato protein concentrates in organic aquaculture diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Karsten Tusche, MSc

1. Berichterstatter: Prof. Dr. C. Schulz

Der Austausch von Fischmehl (FM) in Fischfuttermitteln ist eine der größten Herausforderungen für die Aquakultur. In der konventionellen Produktion liegt der stärkste Anreiz für eine Reduzierung des FM-Anteils im steigenden Preis dieses Rohstoffs. Durch Quotierung und Rückgang der Fangmengen und steigende Produktionskosten nimmt der Preis ständig zu. Um tragbare Preisniveaus zu halten, werden (günstigere) alternative Rohstoffe in der Futtermittelherstellung eingesetzt. In der biologisch-organischen Aquakultur übt der Mangel an zertifiziertem FM für die Futtermittelherstellung den stärksten Druck auf die Suche nach neuen Futterproteinquellen aus. Im Gegensatz zur konventionellen Produktion stehen hier sehr wenige zertifizierte bzw. zertifizierungsfähige Rohstoffe zur Verfügung. Zusätzlich weisen diese oft noch reduzierte Qualitäten für die Ernährung von karnivoren Arten auf. Dennoch sind diese Rohstoffe erforderlich, um eine Steigerung in der ökologischen Aquakultur zu realisieren. Um die Lücke im Rohstoffbedarf zu reduzieren, wurden in dieser Arbeit zwei pflanzliche Proteinquellen verwendet, um ihr Potential für den Einsatz in Ökofischfuttermitteln zu ermitteln.

Im *Kapitel 1* wurden konzentrierte Kartoffelproteinkonzentrate (PPC) unterschiedlicher Qualität als Fischmehlersatz in biologisch-organischen Futtermitteln für Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) untersucht und ausgewertet. Der Geschmack, die Verdaulichkeit und Resorption der Nährstoffe wurden bei höheren PPC Gehalten stark beeinflusst. Weiterhin wurde aufgezeigt, dass die PPC Verwendbarkeit von der Rohstoffqualität abhängig ist. Vor allem der Gehalt an Glykoalkaloiden sowie anderen antinutritiven Inhaltsstoffen und das Substitutionslevel selbst hatten den stärksten Einfluss auf die aufgenommene Futtermenge. Es wurde festgehalten, dass lediglich ein hochgereinigtes PPC (geringer Glykoalkaloidgehalt) die nutritiven Anforderungen erfüllte. Der Geschmack der Futtermittel und damit reduzierte Futteraufnahme war das größte Hindernis im Versuchsvorhaben. Durch eine weitere Reduktion der Glykoalkaloidgehalte im PPC oder eine Verwendung von geschmacksverstärkenden Inhaltsstoffen in den Futterpartikeln könnte dieses Problem gelöst werden. Generell zeigte das hochgereinigte Kartoffelproteinkonzentrat das Potential, die Lücke im Bereich der alternativen Proteinquellen als Fischmehlersatz zu schließen. Um einen hohen und stabilen Austausch mit diesem pflanzlichen Protein zu gewährleisten, sollten weitere Untersuchungen erfolgen.

Diesbezüglich wurde der Fütterungsversuch im *Kapitel 2* angesetzt. Es wurde eine Bewertung von verschiedenen geschmacksverstärkenden Inhaltsstoffen in Futtermitteln vorgenommen. Bei diesen Futtermitteln wurde der Anteil an FM zu 50% durch PPC (geringer Glykoalkaloidgehalt von 7 mg kg^{-1}) ersetzt. Zusätzlich kamen 2 Fischmehl-basierte Futter zum Einsatz (ein Futter bei dem 7 mg kg^{-1} synthetische Glykoalkaloide hinzugesetzt wurden (GFM)) und ein Fischmehlkontrollfuttermittel (FM) ohne weitere Zusatzstoffe. Weiterhin wurde ein PPC Futter verwendet, bei dem keine weiteren Inhaltsstoffe (PP) und sechs PPC Futtermittel denen Blutmehl (BM 4 oder 8%), Muschelmehl (MM 4 oder 8 %) oder ein Mix aus freien Aminosäuren (AM 0,5 oder 1 %) als Futterstimulanzien hinzugefügt wurden. Es konnte festgehalten werden, dass alle PPC Futtermittel eine geringere Futteraufnahme und Wachstum im Vergleich zu den FM Kontrollgruppen aufwiesen. Auch die Fischmehlgruppe mit zusätzlichen Glykoalkaloidgehalten (GFM) zeigte bessere Wachstumsleistungen. Es wurde geschlussfolgert, dass der antinutritive Effekt der Glykoalkaloide auf den Geschmack des Futters durch den starken und intensiven Eigengeschmack des FM überlagert wurde. Darüber hinaus kann vermutet werden, dass in den PPC neben den Glykoalkaloiden weitere

(nicht erfasste) antinutritive Inhaltsstoffe und deren Metabolite vorhanden sind und den Fisch wirken. Dennoch war auch in diesen PPC Futtermitteln die Proteinverwertung auf einem hohen Niveau. Die höchste tägliche Futterraufnahme (DFI) wurde in den Fischmehlgruppen aufgezeichnet und war in allen PPC Gruppen reduziert. Innerhalb der PPC Gruppen zeigten die Verwendung von Blutmehl und freien Aminosäuren die höchsten Futterraufnahmemengen. Generell zeigten alle Fütterungsgruppen einen guten Ernährungszustand, was als Indikator für eine gute und ausreichende Versorgung mit Nährstoffen gewertet werden kann und zeigt, dass die PPC keinen Einfluss auf die Tiergesundheit ausübten.

In Kapitel 3 wurde Weizenkleberprotein (WG) als weiterer pflanzlicher Rohstoff in der Forellenernährung untersucht. Im Gegensatz zu PPC ist der Herstellungs- und Verarbeitungsprozess weniger komplex und der Rohstoff damit preislich günstiger. Zusätzlich kann WG als Proteinquelle im Rahmen der EU Ökoverordnung EC 710/2009 zertifiziert werden und damit in Ökofuttermitteln eingesetzt werden. Der *dritte Versuch* wurde durchgeführt, um den Einfluss von verschiedenen Kombinationen an WG und PPC in der Ernährung von Regenbogenforellen zu untersuchen. Sieben Futtermittel mit verschiedenen Mischungsverhältnissen von WG zu PPC (FM-Austausch zu 56% auf der Proteinebene) und ein FM-Kontrollfuttermittel wurden hergestellt. Über den Versuchszeitraum wurde erfasst, dass eine Substitution von FM (56%) durch die verschiedenen Kombinationen von WG und PPC in der Forellenernährung mit positiven Ergebnissen realisiert werden konnte. Alle Parameter der Futterraufnahme, Futtermittelverwertung und Wachstum waren innerhalb aller Gruppen unbeeinflusst. Bei der Betrachtung des metabolischen und energetischen Bedarfs der Versuchstiere konnte aufgezeigt werden, dass die Futtermittel die benötigten Nährstoffe und Energie liefern konnten. Auch die ausgewogene und artspezifische Ganzkörperzusammensetzung deutete auf eine bedarfsgerechte Ernährung hin. Beide verwendeten pflanzlichen Inhaltsstoffe erhielten abschließend, eine Empfehlung für die Verwendung in ökologisch-organischen Fischfuttermitteln aus Sicht der gesetzlichen Rahmenbedingungen und auch nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten. Darüber hinaus kann und muss festgehalten werden, dass ein Austausch von Fischmehl in den Futtermitteln sicherstellt, dass die aquatischen Ressourcen im Kontext der zunehmenden Überfischung der Meere nachhaltiger genutzt werden können. Darüber hinaus hat der Rücktausch von PPC durch den preiswerteren WG einen wirtschaftlichen Nutzen.

In einem abschließenden Versuchsvorhaben (*Kapitel 4*) wurde wiederholt das Potential von PPC als Totalfischmehlsubstitut in der Forellenernährung untersucht. Es wurden 5 Futtermittel unter sukzessivem Austausch von Fischmehl durch PPC hergestellt und ein Futtermittel ohne PPC diente als Kontrollgruppe. Sojabohnenmehl und WG wurden als basale Proteinquellen in den Futtermischungen eingesetzt. Zur Steigerung des Geschmacks und der Partikelstabilität in den einzelnen Futtermitteln wurden freie Aminosäuren und Blutmehl hinzugefügt (wie in *Kapitel 2* ermittelt). Die Futterraufnahme war im Vergleich zur Kontrollgruppe in keiner weiteren Versuchsgruppe negativ beeinflusst. Oberhalb einer FM-Substitution von 60% wurden die Futterraufnahme und Wachstumsleistungen signifikant eingeschränkt. Dennoch zeigten alle Gruppen einen guten und tiergesundheitslich unbedenklichen Gesamtzustand. Aus den Ergebnissen konnte abgeleitet werden, dass eine Kombination von PPC und weiteren Pflanzenproteine eine gute Alternative zu Fischmehl in organisch-biologischen Futtermitteln für karnivore Arten darstellt. Dabei sollte ein Restanteil an Fischmehl von 134 g kg^{-1} Futtermittel enthalten bleiben.

Die Ergebnisse der hier präsentierten Experimente zeigten, dass die Verwendung von zertifizierten bzw. zertifizierungsfähigen Rohstoffen in biologisch-organischen Aquakulturfuttermitteln im hohen Maße von variierenden Qualitätsmerkmalen dieser Inhaltsstoffe abhängig war. Die anfänglichen Probleme mit PPC in den Futtermitteln wurden durch die Verwendung von verschiedenen Zusätzen zur Steigerung der Attraktivität, Stabilität und Verwertbarkeit der Futterpartikel reduziert. Weiterhin konnte durch die Verwendung von

höheren Anteilen an WG in PPC basierten Futtermitteln ein ökonomisch günstigerer Herstellungspreis eingestellt werden, was für eine breitere Nutzung in der Futtermittelindustrie (biologisch-organisch oder konventionell) notwendig ist. Beide Proteinquellen zeigten ein überaus großes Potential als Alternative zum FM in biologisch-organischen Futtermitteln für Regenbogenforellen.