

## Merkblatt zum Projekt 2815NA044

# Erhöhung der Fettsäuresynthese von Regenbogenforellen durch Isoflavone

### STECKBRIEF

Ziel des Projektes war es, die Produktqualität von Regenbogenforellen, die mit pflanzlichen Ölen gefüttert wurden, für den menschlichen Verzehr zu erhöhen. Hierfür wurden verschiedene Möglichkeiten zur Steigerung der endogenen Synthese von hochungesättigten omega-3 Fettsäuren in den Fischen untersucht. Diese wurden sowohl im Zellkulturmodell als auch anschließend in Fütterungsversuchen mit Regenbogenforellen getestet.

**Projektlaufzeit:** 01.01.2016 bis 30.04.2019

### HINTERGRUND

Omega-3 (n-3) Fettsäuren sind von großer Bedeutung für die menschliche Gesundheit. Insbesondere die Fettsäuren Eicosapentaensäure (EPA, 20:5n-3) und Docosahexaensäure (DHA, 22:6n-3) sind für ihre potentiell gesundheitsfördernden Effekte bekannt. Fisch ist die bedeutsamste Quelle dieser Fettsäuren in der Humanernährung. Viele Süßwasserfische wie die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), können EPA und DHA endogen synthetisieren. Die Effizienz der Synthese von langkettigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (LC-PUFA, long-chain polyunsaturated fatty acids) ist jedoch begrenzt. Das Fettsäuremuster des Futters beeinflusst direkt das Fettsäuremuster des Fisches. Deshalb wurde in der Vergangenheit Fischöl in der Fischernährung eingesetzt, um die Produktqualität zu gewährleisten. In den letzten Jahren kam es aber zu einem deutlichen Preisanstieg dieses Rohstoffs. Deshalb wurden vermehrt pflanzliche Öle in Futtermitteln für Salmoniden eingesetzt. Pflanzenöle sind günstiger als Fischöl und besser verfügbar, beinhalten jedoch außer der  $\alpha$ -Linolensäure (ALA, 18:3n-3) keine längerkettigen n-3 Fettsäuren. Das führt zu einem geringeren Gehalt an EPA und DHA im Fisch und somit zu einer reduzierten Produktqualität des Filets für den menschlichen Verzehr. Um die Bereitstellung an EPA und DHA über das Lebensmittel Fisch für die Humanernährung gewährleisten zu können, ist die Identifikation alternativer Rohstoffe, die ein Äquivalent zu Fischöl darstellen, von immenser Bedeutung. Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb, Möglichkeiten zur Steigerung der Synthese von EPA und DHA zu evaluieren, um die Gehalte an diesen Fettsäuren in der Regenbogenforelle zu erhöhen.

Isoflavone sind bioaktive Substanzen, die über verschiedene Wirkmechanismen die Fettsäurebiosynthese beeinflussen können. Sie können als Liganden für Transkriptionsfaktoren fungieren, die zentral an der LC-PUFA-Biosynthese beteiligt sind.

Außerdem besitzen sie als Phytoöstrogene eine Strukturähnlichkeit zum Östrogen Estradiol. Da die Expression bestimmter Gene der Biosynthese durch Östrogen beeinflusst werden kann, könnte dadurch ebenfalls der Gehalt an EPA und DHA im Fisch gesteigert werden.

Als zusätzliche Komponente, die LC-PUFA Biosynthese zu steigern, wurde das Öl der Pflanze *Buglossoides arvensis* in die Studien mit aufgenommen. Dieses Öl ist sowohl reich an ALA, als auch an Steraridonsäure (18:4n-3, SDA). SDA ist in den kommerziell verwendeten Pflanzenölen für die Fischernährung nicht vorhanden. Durch die direkte Bereitstellung von SDA über das Futtermittel sollte die Effizienz der Synthese gesteigert werden.

Die Versuche wurden in vier Teilschritte unterteilt:

- (1) Im Zellkulturmodell sollten wirksame Isoflavon-Varianten identifiziert werden, die zu einer Erhöhung der EPA- und DHA-Spiegel beitragen könnten
- (2) Im Fütterungsversuch sollten Isoflavone identifiziert werden, die die LC-PUFA-Gehalte in der Regenbogenforelle steigern können. Für den Versuch wurden verschiedene Isoflavone (Daidzein, Biochanin A, Formononetin, Equol and Genistein) mit drei verschiedenen Ölkompositionen kombiniert: Eine Mischung aus Fischöl und pflanzlichen Ölen, eine Mischung aus herkömmlichen pflanzlichen Ölen und eine Mischung aus herkömmlichen pflanzlichen Ölen und dem Öl der Pflanze *Buglossoides arvensis*. Zusätzlich gab es jeweils eine Diät dieser Ölmischungen ohne Additiv, die als Kontrolldiät verwendet wurde
- (3) Im zweiten Fütterungsversuch sollte eine weitere Steigerung der DHA-Gehalte in den Forellen erzielt werden, indem ihnen Diäten mit Equol und Genistein zu unterschiedlichen Konzentrationen verabreicht wurden. Die Substanzen wurden mit zwei verschiedenen Ölkompositionen kombiniert: Einerseits wurde eine Mischung aus herkömmlichen pflanzlichen Ölen verwendet, andererseits eine Mischung aus herkömmlichen pflanzlichen Ölen und dem Öl der Pflanze *Buglossoides arvensis*
- (4) Im dritten Fütterungsversuch sollte das Öl der Pflanze *Buglossoides arvensis* auf seine Eignung als Futtermittelrohstoff hin untersucht werden. Hierfür wurde eine Diät basierend auf einer Mischung aus Fischöl und pflanzlichen Ölen schrittweise mit diesem Öl substituiert.

## ERGEBNISSE

### Ergebnisse (1)

Genistein senkte den EPA-Gehalt signifikant und der DHA-Gehalt wurde nicht reguliert. Im Regenbogenforellen-Hepatozyten-Modell blieb die Fettsäuresynthese durch Genistein gänzlich unbeeinflusst.

### Ergebnisse (2)

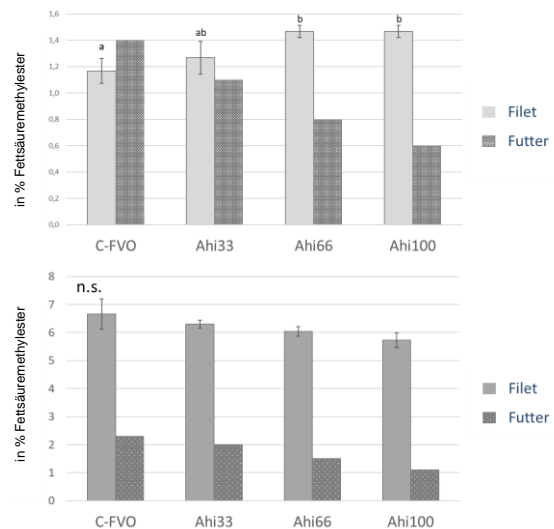
In diesem Versuch zeigten alle Fische, die mit einer Equol- bzw. Genistein-Diät gefüttert wurden, einen leicht erhöhten DHA-Gehalt im Ganzkörperhomogenat im Vergleich zur jeweiligen Kontrollgruppe. Insgesamt konnten die Fische, denen Diäten mit rein pflanzlichen Ölen verabreicht wurden, nicht die LC-PUFA-Gehalte der Fische erreichen, die mit einer Fischöl-basierenden Diät gefüttert wurden. Beim Vergleich der Kontrollgruppen zeigte sich, dass die Fische, die mit *Buglossoides arvensis* Öl gefüttert wurden, höhere EPA-Gehalte im Ganzkörperhomogenat aufwiesen, als diejenigen Fische, die mit den kommerziellen pflanzlichen Ölen gefüttert wurden.

### Ergebnisse (3)

In den Fischen, die eine Kombination aus rein pflanzlichen Ölen und Genistein bzw. Equol erhalten haben, wurden keine Effekte auf die Fettsäuremuster der Fischgewebe nachgewiesen. Im Gegensatz dazu wiesen diejenigen Fische, die eine Kombination aus *Buglossoides arvensis* Öl und Equol erhielten, im Vergleich zur Kontrollgruppe marginal erhöhte LC-PUFA-Gehalte in den Geweben auf. Dagegen gab es keine Erhöhung der LC-PUFA Gehalte in den Fischen, die mit den Genistein-Diäten gefüttert wurden.

### Ergebnisse (4)

Die höchsten Gehalte des *Buglossoides arvensis* Öls führten zu einem Anstieg des EPA-Gehalts im Filet der Forellen, verglichen mit der Kontrollgruppe. Der DHA-Gehalt im Filet war nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Fütterungsgruppen.



**Abbildung 1 EPA- (oben) und DHA- (unten) Gehalte im Filet und im Futter.** Die Fische wurden acht Wochen mit Futtermitteln basierend auf verschiedenen Ölkombinationen gefüttert. C-FVO enthielt eine Mischung aus Fischöl und pflanzlichen Ölen. Diese Mischung wurde zu 33, 66 und 100% durch *Buglossoides arvensis* Öl ersetzt (Ahi33, Ahi66, Ahi100). Daten (Mittelwert  $\pm$  SD, n=3, bestehend aus je fünf Filets) mit Beschriftung unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ).

## FAZIT

Die endogene Biosynthese von LC-PUFA in Regenbogenforellen kann sowohl durch ein bestimmtes Fettsäuremuster der Nahrung als auch durch bioaktive Substanzen, respektive deren Kombination gesteigert werden kann. Die Wirkung der Substanzen Equol und Genistein scheint allerdings abhängig von der verabreichten Dosis und des Fettsäuremusters des Futtermittels zu sein. Diesbezüglich ist noch Forschungsbedarf nötig. Dagegen ist die Wirkung des Öls der Pflanze *Buglossoides arvensis* auf die EPA Gehalte im Filet vorhanden und eine Steigerung von DHA scheint durch einen längeren Versuchszeitraum plausibel. Deshalb hat das *Buglossoides arvensis* Öl ein höheres Potential zur Steigerung der LC-PUFA Biosynthese in Regenbogenforellen verglichen mit den hier untersuchten bioaktiven Substanzen.

### Projektbeteiligte

Prof. Dr. Carsten Schulz  
Anna Fickler  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Tierzucht und Tierhaltung

Prof. Dr. Gerald Rimbach  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde

### Kontakt

Für weitere Informationen zum Projekt, evtl. benötigtes Bildmaterial wenden Sie sich bitte an:  
Anna Fickler  
Mail: [fickler@gma-buesum.de](mailto:fickler@gma-buesum.de)

Eine ausführliche Darstellung der Projektergebnisse finden Sie unter [https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Projekt/Suche\\_node.html](https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Projekt/Suche_node.html) und [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org), Projektnummer 2815NA044

### Impressum

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Prof. Dr. Carsten Schulz  
Hermann-Rodewald-Straße 6  
24098 Kiel