Causes et conséquences de la consanguinité chez les salmonidés reproduits artificiellement : rétrospective

Autor(en): **Perroud, Giulia**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **101 (2022)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-1003702

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Rétrospective

Par

Giulia PERROUD

Causes et conséquences de la consanguinité chez les salmonidés reproduits artificiellement

Potentiels effets de la reproduction artificielle sur la consanguinité

Dans le bulletin de 1978 de la SVSN, M. Edouard Bugnion décrivait des alevins de truites « monstrueux » observés en pisciculture. Il s'interrogeait sur l'origine de leurs malformations et, puisqu'ils étaient plus fréquents dans les populations d'élevage, il a fait l'hypothèse qu'elles étaient liées à la fertilisation artificielle. Cette pratique n'est pas réservée aux élevages de pisciculture. Le déclin de nombreuses populations de salmonidés a mené les autorités responsables à mettre en place des programmes de reproduction de soutien (Kitada 2018, Stoeckle *et al.* 2022). Typiquement, les œufs des femelles sont collectés lors de la fraie, mélangés ou non entre femelles, puis artificiellement fertilisés par la semence d'un ou plusieurs mâles. Ces protocoles peuvent induire une augmentation de la consanguinité moyenne de la population au fil des générations (Wang *et al.* 2002, Waples *et al.* 2020). Le taux d'augmentation dépend principalement de la diversité génétique de la population au début du programme (D'Ambrosio *et al.* 2019), du nombre de reproducteurs utilisés à chaque génération et de la variance du succès des différentes familles créées (Wang *et al.* 2002).

Causes de l'augmentation de la consanguinité

Souvent, le nombre de reproducteurs utilisés est faible et induit une diminution de la diversité génétique au fil du temps (Christie *et al.* 2012, Waples *et al.* 2020). En effet, la diversité génétique chez les reproducteurs choisis est plus faible que la diversité génétique dans l'ensemble de la génération parentale et une partie de la diversité génétique non-représentée chez les reproducteurs est exclue, par hasard, pour plusieurs générations et finit par disparaître. De plus, mélanger la semence de plusieurs mâles pour la fertilisation induit typiquement une compétition spermatique plus importante que dans la nature, augmentant ainsi artificiellement la variance du succès reproducteur des mâles et pouvant induire une force de sélection artificielle favorable à certains génotypes seulement (Wedekind *et al.* 2007, Young *et al.* 2013), c'est-à-dire, dans ce contexte, à certains variants de gènes (allèles) ou combinaisons d'allèles. Similairement, standardiser les conditions de développement des alevins, et donc les pressions

Correspondance : giuliaperroudocchipinti@gmail.com

de sélection sur ces stades de vie précoces, peut favoriser certains génotypes de manière directionnelle. Au fil des générations, ces différents phénomènes augmentent la probabilité qu'un mâle et une femelle appariés soient apparentés.

Conséquences de l'augmentation de la consanguinité

Lorsque la reproduction consanguine se traduit en une diminution directe ou indirecte de la survie et/ou du succès reproducteur, on parle de dépression de consanguinité. Le phénomène est principalement dû à une augmentation du nombre d'allèles délétères récessifs à l'état homozygote chez les individus consanguins. Lorsqu'elle est extrême, la consanguinité peut causer des malformations mais les conséquences néfastes pour les populations concernées et/ou leurs exploitant·e·s sont souvent moins flagrantes. On observe typiquement une dépression de consanguinité sur les traits d'histoire de vie comme la qualité des œufs (de Guttry 2021, Paul *et al.* 2022), la croissance (Gallardo & Neira 2005, de Guttry 2021) ou la date de fraie (Paul *et al.* 2022), ainsi que sur la survie des alevins et juvéniles (Wang *et al.* 2002). Les effets sur la croissance et la survie sont évidemment inquiétants pour les exploitant·e·s dont le revenu dépend du recrutement des populations exploitées et de la taille moyenne des individus pêchés. Les conséquences d'effets de la consanguinité sur d'autres traits peuvent être moins évidentes à prévoir, par exemple lorsque la consanguinité retarde la date de fraie (Waters *et al.* 2020, Paul *et al.* 2022). Une reproduction tardive peut limiter la survie des alevins en désynchronisant leurs éclosions des conditions idéales. Cela pourrait diminuer le succès des familles présentant une faible variabilité génétique et donc freiner l'augmentation de la consanguinité au fil des générations, ou avoir des effets catastrophiques si la date de fraie évolue à l'échelle de la population et que la majorité des alevins éclosent dans des conditions défavorables à leur survie. Cela dit, même lorsque les conséquences sont difficiles à prévoir ou que l'on n'observe pas de dépression de consanguinité, éviter la reproduction consanguine artificielle est crucial pour la viabilité des populations. En effet, l'augmentation de la consanguinité signifie que la variabilité génétique s'érode et que le potentiel évolutif de la population diminue (Kardos *et al.* 2021, Klütsch & Laikre 2021). Les changements environnementaux prédits pour les prochaines années, et en particulier l'augmentation de la température qui est un facteur de stress important pour les poissons (Alfonso *et al.* 2021) et qui interagit souvent en synergie avec d'autres facteurs de stress (Alfonso *et al.* 2021, Wu *et al.* 2022), rendent le maintien du potentiel évolutif d'autant plus important (Mayer 2019).

Étude de la dépression de consanguinité

Pour un même trait, les estimations de la dépression de consanguinité varient entre espèces, populations et stades de vie (Wang *et al.* 2002). De plus, les estimations de la dépression de consanguinité dépendent de l'environnement dans lequel elle est testée (Wang *et al.* 2002). Il est donc important de l'estimer dans la population d'intérêt, *in situ*. Sans données génomiques, on peut comparer des traits de fitness entre générations de consanguinité moyenne différente, mais des potentiels changements environnementaux ou génétiques entre générations empêchent d'assurer un lien de causalité. Une autre approche consiste à déterminer le coefficient de consanguinité des individus, sur la base de pédigrés ou de marqueurs génomiques, et tester si différents traits de fitness varient en fonction de ce coefficient. Les pédigrés sont difficiles à établir chez les poissons, encore plus dans des populations non-captives. L'essor

de la génomique a ainsi permis d'étudier la dépression de consanguinité dans les populations de salmonidés avec une résolution et validité impossible auparavant.

Mitigation de la dépression de consanguinité

De plus en plus de programmes de reproduction artificielle prennent maintenant en compte la génomique et ses prédictions dans leur protocole. Pour les populations captives au pédigré connu, les reproductions les plus consanguines sont évitées. Pour les populations non-captives, on essaie de maximiser le nombre de reproducteurs et la diversité des familles (Dupont-Nivet *et al.* 2006, Waters *et al.* 2020). Une méthode efficace est de constituer des blocs de fertilisation au sein desquels chaque mâle est croisé avec chaque femelle (Dupont-Nivet *et al.* 2006). Cependant, ces protocoles ne permettent pas de propager spécifiquement les « bons gènes », qui sont typiquement sélectionnés positivement via la sélection de partenaire lors de la reproduction naturelle (Wedekind 2002). D'ailleurs, certains ont critiqué le fait de chercher à maintenir toute diversité génétique plutôt que de se concentrer sur la diversité fonctionnelle (Teixeira & Huber 2021). Cela dit, à défaut d'autres options inspirées d'une compréhension profonde de l'architecture génétique du fitness dans une population, éviter la consanguinité semble généralement nécessaire et crucial pour prévenir la diminution de fitness et du potentiel évolutif de populations d'intérêt (Kardos *et al.* 2021).

Références

Alfonso S., Gesto M. & Sadoul B., 2021. Temperature Increase and Its Effects on Fish Stress Physiology in the Context of Global Warming. *Journal of Fish Biology* 98 (6): 1496–1508. https://doi.org/10.1111/JFB.14599.

Christie M. R., Marine M. L., French R. A., Waples R. S. & Blouin M. S., 2012. Effective Size of a Wild Salmonid Population Is Greatly Reduced by Hatchery Supplementation. *Heredity* 109 (4): 254–60. https://doi.org/10.1038/hdy.2012.39.

D'Ambrosio J., Phocas F., Haffray P., Bestin A., Brard-Fudulea S., Poncet C., Quillet E., *et al.*, 2019. Genome-Wide Estimates of Genetic Diversity, Inbreeding and Effective Size of Experimental and Commercial Rainbow Trout Lines Undergoing Selective Breeding. *Genetics Selection Evolution* 51 (1): 1–15. https://doi.org/10.1186/S12711-019-0468-4/FIGURES/6.

De Guttry C., 2021. The Influences of Maternal Effect and Inbreeding on Phenotypic Variation in Alpine Whitefish Influences of Maternal Effect and Inbreeding on Phenotypic Variation in Alpine Whitefish. *Unpublished Doctoral Thesis*. University of Lausanne.

Dupont-Nivet M., Vandeputte M., Haffray P. & Chevassus B., 2006. Effect of Different Mating Designs on Inbreeding, Genetic Variance and Response to Selection When Applying Individual Selection in Fish Breeding Programs. *Aquaculture* 252 (2–4): 161–70. https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2005.07.005.

Gallardo J. A. & Neira R., 2005. Environmental Dependence of Inbreeding Depression in Cultured Coho Salmon (Oncorhynchus Kisutch): Aggressiveness, Dominance and Intraspecific Competition. *Heredity* 95: 449–456. https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800741.

Kardos M., Armstrong E. E., Fitzpatrick S. W., Hauser S., Hedrick P. W., Miller J. M., Tallmon D. A. & Funk W. C., 2021. The Crucial Role of Genome-Wide Genetic Variation in Conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118 (48): e2104642118. https://doi.org/10.1073/PNAS.2104642118/SUPPL_FILE/PNAS.2104642118.SAPP.PDF.

Kitada S., 2018. Economic, Ecological and Genetic Impacts of Marine Stock Enhancement and Sea Ranching: A Systematic Review. *Fish and Fisheries* 19 (3): 511–32. https://doi.org/10.1111/FAF.12271.

Klütsch C. F. C. & Laikre L., 2021. Closing the Conservation Genetics Gap: Integrating Genetic Knowledge in Conservation Management to Ensure Evolutionary Potential, pp. 51–82. *In*: Ferreira, C.C., Klütsch, C.F.C. (eds). Closing the Knowledge-Implementation Gap in Conservation Science. Wildlife Research Monographs, vol 4. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81085-6_3.

Mayer I., 2019. The Role of Reproductive Sciences in the Preservation and Breeding of Commercial and Threatened Teleost Fishes. In *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1200 : 187–224. Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23633-5_7.

Paul K., D'Ambrosio J. & Phocas F., 2022. Temporal and Region-Specific Variations in Genome-Wide Inbreeding Effects on Female Size and Reproduction Traits of Rainbow Trout. *Evolutionary Applications* 15 (4) : 645–62. https://doi.org/10.1111/EVA.13308.

Stoeckle B. C., Mueller M., Nagel C., Kuehn R. & Geist J., 2022. A Conservation Genetics Perspective on Supportive Breeding : A Case Study of the Common Nase (Chondrostoma Nasus). *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*. https://doi.org/10.1002/AQC.3863.

Teixeira J. C. & Huber C. D., 2021. The Inflated Significance of Neutral Genetic Diversity in Conservation Genetics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (10) : e2015096118. https://doi.org/10.1073/pnas.2015096118.

Wang S., Hard J. J. & Utter F., 2002. Salmonid Inbreeding : A Review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries 2001 11:4* 11 (4) : 301–19. https://doi.org/10.1023/A:1021330500365.

Waples R. S., Naish K. A. & Primmer C. R., 2020. Conservation and Management of Salmon in the Age of Genomics. *Annual Review of Animal Biosciences*. Annual Reviews Inc. https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021419-083617.

Waters C. D., Hard J. J., Fast D. E., Knudsen C. M., Bosch W. J. & Naish K. A., 2020. Genomic and Phenotypic Effects of Inbreeding across Two Different Hatchery Management Regimes in Chinook Salmon. *Molecular Ecology* 29 (4) : 658–72. https://doi.org/10.1111/MEC.15356.

Wedekind C., 2002. Sexual Selection and Life-History Decisions : Implications for Supportive Breeding and the Management of Captive Populations. *Conservation Biology* 16 (5) : 1204–11. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01217.x.

Wedekind C., Rudolfsen G., Jacob A., Urbach D. & Müller R., 2007. The Genetic Consequences of Hatchery-Induced Sperm Competition in a Salmonid. *Biological Conservation* 137 (2) : 180–88. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.01.025.

Wu N. C., Rubin A. M. & Seebacher F., 2022. Endocrine Disruption from Plastic Pollution and Warming Interact to Increase the Energetic Cost of Growth in a Fish. *Proceedings of the Royal Society B* 289 (1967). https://doi.org/10.1098/RSPB.2021.2077.

Young B., Conti D. V. & Dean M. D., 2013. Sneaker 'Jack' Males Outcompete Dominant 'Hooknose' Males under Sperm Competition in Chinook Salmon (*Oncorhynchus Tshawytscha*). *Ecology and Evolution* 3 (15) : 4987–97. https://doi.org/10.1002/ece3.869.