



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Die Entwässerung und die Reabsorption des Wassers im Hynobius-Ei (Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen)
Author(s)	AOKI, Kiyosi
Citation	北海道帝國大學理學部紀要, 8(2), 45-53
Issue Date	1942-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/27041
Type	departmental bulletin paper
File Information	8(2)_P45-53.pdf



Die Entwässerung und die Reabsorption des Wassers im *Hynobius*-Ei¹⁾

Von

Kiyosi Aoki

Zoologisches Institut, Naturwissenschaftliche Fakultät,
Kaiserliche Universität zu Sapporo

(Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen)

I

Das Gewicht des *Hynobius*-Eies, das schon zur Äquilibration Wasser aufgenommen hat²⁾, verändert sich kaum noch in einer konzentrierten *p. ä. S.* (physiologisch äquilibrierte Salzlösung), dagegen vollzieht sich in Albumin-Lösung eine deutliche Gewichtsabnahme (Aoki, 1941). Die Eikapsel des *Hynobius*-Eies hat eine hohe Permeabilität für Wasser und Krystalloide, ist aber für kolloidale Substanzen undurchlässig. Infolgedessen findet sich eine Erklärung für diese Tatsache darin, dass der kolloidosmotische Druck des Mediums höher als der der Kapselflüssigkeit ist, weshalb Wasser auf rein osmotischem Wege der Kapselflüssigkeit entzogen wird. Wenn diese entwässerten Eier in ein kolloidfreies Medium zurückgebracht werden, nehmen sie wieder Wasser auf und das ursprüngliche Eigewicht wird wieder erreicht. Dabei kann man sagen, dass die Wasserabsorption und die Entwässerung bei den *Hynobius*-Eiern in einem gewissen Grade ein reversibler Prozess ist. Vergleicht man den Prozess der Wasserreabsorption³⁾ mit dem der initialen Wasserabsorption⁴⁾, so sind jedoch einige Unterschiede zwischen beiden

-
- 1) Contribution No. 164 from the Zoological Institute, Faculty of Science, Hokkaidô Imperial University, Sapporo.
 - 2) Über die Eigenschaft und die normale Wasserabsorption der Eier von *Hynobius* vergewissere man sich in der früheren Arbeit (1941).
 - 3) Wasserabsorption der Eier, die schon genug Wasser aufgenommen haben und dann in einer Kolloidlösung entwässert worden sind.
 - 4) Wasserabsorption der Eier, die noch nicht oder nur wenig Wasser aufgenommen haben.

Prozessen zu bemerken. Darüber soll einiges nach Beobachtungen und Resultaten der Experimente hier kurz mitgeteilt werden.

II

Wenn das Ei, das Wasser schon aufgenommen hat und dessen Eikapsel von der an der Oberfläche anhaftenden Gallerte so weit wie möglich befreit worden ist, in 10% arabische Gummi-Lösung eingetaucht wird, wird Wasser der Kapselflüssigkeit entzogen und folglich verliert die Eikapsel ihre Spannung und schrumpft zusammen. Dabei ist jedoch der Schrumpfungsgrad der inneren Kapselmembran mächtiger als der der äusseren⁵⁾, infolgedessen tritt wie in Abb. 1, B, gezeigt, die Abschälung der beiden Kapselmembranen ein. Wird das so entwässerte Ei in Leitungswasser oder in dünnere *p. ä. S.* (1/256–1/400 M) eingetaucht, so absorbiert das Ei mit der Zeit

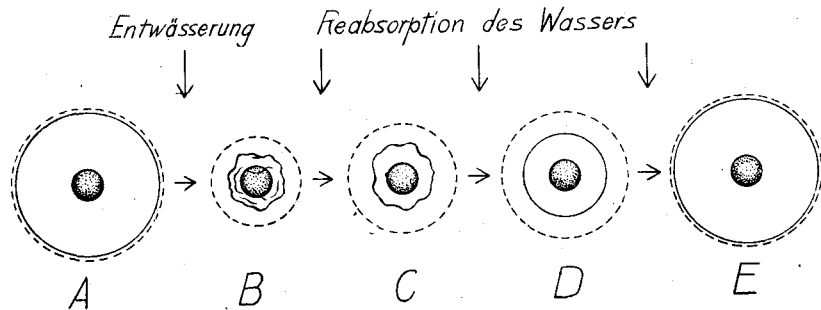


Abb. 1 Schematische Darstellung der Kapselmembranen während der Entwässerung und der Wasserreabsorption. A Anfangszustand, B nach Entwässerung, C–D Wasser absorbierende Eier, E nach Äquilibration.

wieder Wasser. Daraus erfolgt die Schwellung der äusseren Kapselmembran, dabei behält jedoch die innere Kapselmembran noch den Schrumpfungszustand (Abb. 1, C). Folglich wird der Abschälungsgrad der beiden Kapselmembranen eine Zeitlang im Gegenteil auffallender.

- 5) Die Eikapsel des *Hynobius*-Eies besteht aus doppelschichtigen, weichen Membranen und zwischen beiden Kapselmembranen liegt eine sehr dünne Gallertsschicht. Und an den Eiern, die Wasser aufgenommen haben, sind die beiden Kapselmembranen augenscheinlich wie eine einschichtige Membran erkennbar.

Danach beginnt die innere Kapselmembran in Begleitung der weiteren Schwellung der äusseren auch zu schwellen, und allmählich verschwindet die Runzel (Abb. 1, D). Und endlich wird die innere Kapselmembran prall gespannt und kommt ganz in Kontakt mit der äusseren Kapselmembran wie im Anfangszustande (Abb. 1, E). In Leitungswasser sind immer über 40 Stunden (bei 15°C) erforderlich bis zur Erreichung des vollkommenen Kontaktes der beiden Kapselmembranen. Daraus ergibt sich, dass der Prozess der Wasserabsorption des *Hynobius*-Eies, wenigstens unter den angegebenen Bedingungen, reversibel ist.

Aber es steht anders bei der Wasserabsorption in destilliertem Wasser, dabei absorbiert das entwässerte Ei in höherem Grade Wasser, stattdessen kommen die abgeschälten Kapselmembranen nicht mehr in Kontakt wie im Falle des Leitungswassers, und bleiben für einige Tage in demselben Zustande, wie Abbb. 1, D, stehen. Wird jedoch die äussere Kapselmembran eines solchen Eies beseitigt, so schwillt die innere schnell infolge der weiteren Wasserabsorption.

Und andererseits, wenn man die entwässerten Eier in verschiedenen Konzentrationen von *p. ä. S.* Wasser absorbieren lässt, so ist im allgemeinen die Konzentration je höher, desto schneller die abgeschälten Kapselmembranen in Kontakt kommen. Und wenn die Eier, deren äussere Kapselmembran vorher beseitigt worden ist, in der arabischen Gummi-Lösung entwässert und dann in die *p. ä. S.* eingetaucht werden, verschwindet die Runzel der inneren Kapselmembran in schwächeren als 1/80 M konzentrierten Salzlösungen nicht (Abb. 2). Trotzdem in 1/20 M und 1/5 M die Eikapsel nicht

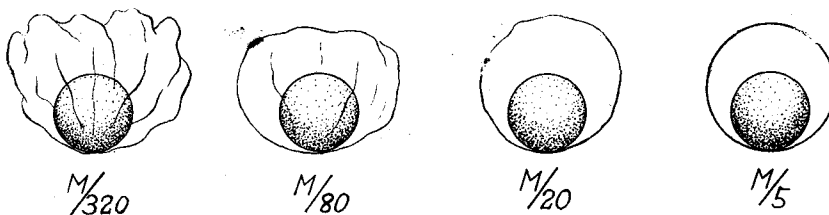


Abb. 2 Schematische Darstellung der inneren Kapselmembran in *p. ä. S.* nach 2 Stunden.

so schwillt, verschwindet doch sofort die Runzel und die Eikapsel ist viel mehr gespannt und erscheint etwas weisslich und undurchsichtig.

Diese Tatsache zeigt, dass in den konzentrierten Salzlösungen die Eikapsel sich zusammenzieht.

An dem Ei, dessen Eikapsel, wie in Abb. 1, C-D, abgeschält worden ist, ist die innere Kapselmembran nicht ungehindert beweglich im inneren Raum der äusseren Kapselmembran, da die innere Kapselmembran eines solchen Eies oft konzentrische Stellung annimmt und der Fall, in dem die relative Stellung der inneren Kapselmembran zu der äusseren bei Rotation sich kaum verändert, immer beobachtet wird. Der Raum zwischen beiden abgeschälten Kapselmembranen wird nicht mit einer Flüssigkeit, sondern mit dünnerer Gallerte erfüllt. Das ist ersichtlich daraus, dass, wenn die äussere Kapselmembran des Eies, dessen Kapselmembranen sich voneinander getrennt haben, in dünner Tuschelösung angebohrt wird, man das Abfliessen der dünneren Gallerte aus dem Loch, infolge der Zusammenziehung der äusseren Kapselmembran, leicht beobachten kann, und weiter dass man nach Beseitigung der äusseren Kapselmembran die dicke Schicht von dünner Gallerte auf der Oberfläche der inneren Kapselmembran in der Tuschelösung klar bemerkt. Natürlich gibt es die Gallertschicht an der Oberfläche der inneren Kapselmembran des normalen Eies, sie ist jedoch sehr dicht und klebt in einer sehr dünnen Schicht.

Für den Abschälungsvorgang der Kapselmembranen müssen die Quellung der Gallerte, die Spannungskraft der Kapselmembranen und der kolloidosmotische Druck der Kapsel Flüssigkeit untereinander in engstem Zusammenhang stehen. Aber die uns vorliegenden Data sind allzu ärmlich, um diesen Vorgang zu analysieren.

III

Wenn das Ei, das Wasser schon absorbiert hat, in hypertonische *p. ä. S.* (1/5 M) eingetaucht wird, wird Wasser kaum der Kapsel Flüssigkeit entzogen. Dagegen wird das Ei in der Kolloidlösung (5% arabische Gummi-Lösung) stark entwässert, aber in kolloidfreien Lösungen saugt das so entwässerte Ei wieder Wasser auf. Daraus ist leicht verständlich, dass die Entwässerung die Erhöhung der Konzentration der osmotisch aktiven Kolloide in der Kapsel Flüssigkeit zur Folge hat, weshalb ihr kolloidosmotischer Druck steigt und ein solches Ei in kolloidfreien Lösungen wieder Wasser aufnehmen kann.

Wenn der Zustand der Kolloide in der kondensierten Kapsel­flüssigkeit sich von dem in der frischen Kapsel­flüssigkeit⁶⁾ nicht unterscheidet, muss der kolloidosmotische Druck der kondensierten Kapsel­flüssigkeit auch in gleicher Weise wie bei der initialen Wasser­absorption von der *p. ä. S.* stark beeinflusst werden. Sodann wurde der Einfluss der *p. ä. S.* auf den kolloidosmotischen Druck der Kapsel­flüssigkeit der entwässerten Eier untersucht⁷⁾. In diesem Falle wurde aber die Kapsel­flüssigkeit von den Eiern gesammelt, deren Entwässerungsgrad niedrig gewesen war, darum waren die absoluten Werte sehr klein. Die Resultate sind folgende: Der kolloidos­motische Druck beträgt 42 mm Wasser gegen 1/5 M *p. ä. S.*, 47 mm gegen 1/20 M, 48 mm gegen 1/80 M und 56 mm gegen 1/320 M. Dieses Resultat ist deutlich verschieden von dem bei der frischen Kapsel­flüssigkeit (Aoki 1941, Tabelle 5A). In diesem Falle muss, je höher der Kondensierungsgrad der Kapsel­flüssigkeit ist, desto deutlicher der Effekt der *p. ä. S.* werden. Aber infolge der Schwierigkeit der Sammlung der Kapsel­flüssigkeit von den stark entwässerten Eiern ist es praktisch unmöglich stark kondensierte Kapsel­flüssigkeit zu benutzen. Darum wurde dieselbe Prüfung an der durch Eindampfen kondensierten Kapsel­flüssigkeit folgender­massen gemacht. Die Kapsel­flüssigkeit (63.82 g), die von den in der 1/500 M *p. ä. S.* schon äquilibrierten Eiern gesammelt worden war, wurde bis ca. 1/10 (6.54 g) in einer Abdampfschale bei Zimmer­temperatur kondensiert, dann wurde der kolloidosmotische Druck der kondensierten Kapsel­flüssigkeit gegen *p. ä. S.* gemessen. Die Ergeb­nisse, die in Tabelle 1 zusammengefasst sind, veranschaulichen, dass der kolloidosmotische Druck, mit Ausnahme bei 1/5 M, unabhängig von der Konzentration im Bereiche der gebrauchten Salzlösung beinahe konstant ist. Dadurch wird es klar bewiesen, dass die Kon­zentration der *p. ä. S.* auf den kolloidosmotischen Druck der Kapsel­flüssigkeit kaum eine Wirkung ausübt. Infolgedessen, wenn Wasser

- 6) "Die frische Kapsel­flüssigkeit" bedeutet die Kapsel­flüssigkeit, die von den Eiern, die nur wenig Wasser aufgenommen haben, gesammelt worden ist.
- 7) Der kolloidosmotische Druck wurde nach der erste Methode von Krogh und Nakazawa bestimmt. Über die Methode findet man Ausführliches in meiner früheren Arbeit (1941). Die Permeabilität (Minutenzahl) der gebrauchten Kollodiumtaschen war 50–60. Die absolute erreichbare Genauigkeit lässt sich mit ungefähr 8 mm Wasserdruck bemessen.

Tabelle 1

Der Einfluss der *p. ä. S.* auf den kolloidosmotischen Druck der Kapselflüssigkeit (Temp. 14–15°C).

Konz. d. <i>p. ä. S.</i> in M	Kolloidosmotischer Druck in mm Wasser	
	Frische Kapselflüss.	Kondensierte Kapselflüss.
1/5	198	127
	201	131
1/20	245	150
	241	144
1/80	347	144
	353	147
1/320	450	148
	459	139

bei der Reabsorption vom kolloidosmotischen Druck auf nur rein osmotischem Wege absorbiert wird, muss eine Paralleltät zwischen dem Grade der Wasserabsorption und der Grösse des kolloidosmotischen Druckes der Kapselflüssigkeiten sich zeigen. In anderen Worten muss die Wasserabsorption in den *p. ä. S.* unabhängig von ihrer Konzentration fast konstant sein. Unter dieser Voraussicht wurde der Grad der Wasserabsorption der entwässerten einschichtigen Eier (ihre äussere Kapselmembran war schon beseitigt worden) in verschiedenen Konzentrationen von *p. ä. S.* bestimmt. Dass nur die einschichtigen Eier in dem Experiment gebraucht wurden, hat seinen Grund darin, dass, wie in Paragraph II erwähnt wird, das Eindringen des Wassers in den Perivitellinraum in dem Falle gehindert werden kann, in dem der Quellungsgrad der an der Oberfläche der inneren Kapselmembran anhaftenden Gallerte gross ist, dazu noch der Quellungsgrad in jeder Salzkonzentration nicht immer auf einem und demselben Niveau bleibt. Daher wurde das Experiment folgendermassen durchgeführt. Die einschichtigen Eier, die vorher 24 Stunden lang in 1/500 M *p. ä. S.* gestanden hatten, wurden zuerst in der 10% arabischen Gummi-Lösungen gegen 7 Stunden ent-

wässert und danach erst mit dest. Wasser, dann mit entsprechender *p. ä. S.* gut gewaschen und in den *p. ä. S.* eingetaucht. Das Eigewicht wurde vor der Entwässerung und nach der Wasserreabsorption in *p. ä. S.* bestimmt⁸⁾. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 gezeigt, in welcher die in den 3. und 4. Rubriken angeführten Zahlen den relativen Wert des Eigewichts nach der Wasserreabsorption gegen das vor der Entwässerung (initiales Eigewicht) aufzeigt. Wie aus der

Tabelle 2

Wasserabsorption der einschichtigen Eier, die vorher in der arabischen Gummi-Lösung entwässert worden sind, in *p. ä. S.* (Temp. $10.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$).

Konz. d. <i>p. ä. S.</i> in M	Init. Wert	Relative Werte d. Grad d. Wasserabsorption	
		nach 48 St.	nach 96 St.
1/5	100	75.5 ± 0.45	79.1 ± 0.66
1/20	100	79.5 ± 0.91	83.3 ± 1.38
1/80	100	81.4 ± 8.86	86.4 ± 0.72
1/320	100	80.5 ± 0.49	84.8 ± 0.9

Tabelle klar wird, ist die Wasserreabsorption der einschichtigen Eier auch unabhängig von der Konzentration der Salze mit Ausnahme bei 1/5 M. Nämlich diese Tatsache veranschaulicht, dass auch bei der Wasserreabsorption die parallele Beziehung zwischen dem Grade der Wasseraufnahme und dem kolloidosmotischen Druck der Kapsel-flüssigkeit vorhanden ist.

IV

Wie in dem letzten Paragraphen erwähnt wird, unterliegt es keinem Zweifel, dass die Wasserreabsorption auch eine Folge des kolloidosmotischen Druckes der Kapsel-flüssigkeit ist. Jedoch bleibt der Wert des kolloidosmotischen Druckes der kondensierten Kapsel-flüssigkeit unabhängig von der Konzentration von *p. ä. S.* immer fast konstant. Diese Tatsache hebt sich dagegen, dass der kolloidosmotische Druck der frischen Kapsel-flüssigkeit von der *p. ä. S.* stark

- 8) Bei der Messung nach der Entwässerung werden manche Eier beschädigt, da die geschrumpften Eier gegen mechanischen Stoss sehr empfindlich sind. Deshalb konnte nicht immer das Eigewicht gleich nach der Entwässerung gewogen werden.

beeinflusst wird, ab. Zwischen dem Chorion und der Kapsel des Oviducteies von *Hynobius* gibt es eine granulreiche dünne Gallerte, aber wenn das Ei Wasser absorbiert, löst sich diese Gallerte allmählich auf und wird schliesslich unsichtbar. Daraus wird vermutet, dass die Gallerte nach Berührung mit Wasser allmählich dispergiert. Unter dieser Annahme, muss die dispergierende Gallerte in der frischen Kapsel Flüssigkeit im Anfangsstadium der initialen Wasserabsorption vorhanden sein, dagegen kann die kondensierte Kapsel Flüssigkeit vielleicht keine Gallerte mehr enthalten, sondern nur die dispergierten Mizellen. Wenn das der Fall ist, würde die Dispergierung der Gallerte durch die konzentrierten Salzlösungen in besonders hohem Masse beeinflusst, da die hemmende Wirkung der Salzlösungen auf die Wasserabsorption sich nur bei der initialen Wasserabsorption immer deutlich vollzieht. Und weiter muss solche dispergierte Mizelle einen Wasserfilm dicht adsorbieren, weil die Kolloide in der Kapsel Flüssigkeit ohne Zweifel hydrophiler Natur sind. Daher würde die Salzwirkung bei der Wasserreabsorption durch den adsorbierten Wasserfilm aufgehalten werden. Unter diesen Vorstellungen muss sie sich vollziehen können, wenn die Salzkonzentration stark genug ist, den adsorbierten Wasserfilm zu beseitigen. Der etwas niedrige Wert des kolloidosmotischen Druckes gegen 1/5 M wäre nicht gerade unmöglich folgenderweise zu erklären, der Wasserfilm wird in geringem Grade beseitigt, worauf die Salzwirkung aufzutreten beginnt. Der oben beschriebenen Annahme nach ist es selbstverständlich, dass der Wassergehalt des Eies, das bis zum Maximum Wasser schon aufgenommen hat, durch die konzentrierte Salzlösung sich kaum verändert.

Andrerseits ziehen sich die äussere und innere Kapselmembran in den Salzlösungen zusammen. Bei der Besprechung des Grades der Wasserabsorption bleibt es natürlich, dass die Zusammenziehung der Kapselmembranen in Betracht gezogen werden muss. Es ist aber undenkbar, dass die Zusammenziehung der Kapselmembranen an den *Hynobius*-Eiern, bei Ausschluss von speziellen Fällen, so stark ist, um das Eindringen des Wassers durch den kolloidosmotischen Druck in den Kapselraum zu hemmen.

Ein Teil der Untersuchung wurde von der Nippon-Gakujutu-Sinkōkai finanziell unterstützt, dafür möchte ich hier meinen besten Dank aussprechen.

Zusammenfassung

Die Prozesse der Entwässerung und der Reabsorption des Wassers an den *Hynobius*-Eiern sowie auch die Veränderung des kolloidosmotischen Druckes der Kapsel­flüssigkeit bei diesen Prozessen wurde untersucht.

In der arabischen Gummi-Lösung (5%) wird Wasser der Kapsel­flüssigkeit des Eies, welches vorher Wasser schon absorbiert hat, entzogen, und dann schrumpft die Eikapsel infolge ihrer Elastizität, wobei die Kapselmembranen abgeschält werden. Ein solches entwässertes Ei absorbiert in kolloidfreien Lösungen wieder Wasser, und die abgeschälten Kapselmembranen kommen allmählich miteinander in Kontakt, abgesehen von dem Falle im destillierten Wasser.

Bei der Wasserreabsorption unterliegt der kolloidosmotische Druck der Kapsel­flüssigkeit des entwässerten Eies fast kaum einer Beeinflussung von der Salzkonzentration in schwächer konzentrierten Lösungen als 1/5 M. Die Ursache dafür liegt vielleicht darin, dass der Zustand der an der Wasserabsorption teilnehmenden Kolloide sich nach der Wasseraufnahme von dem Anfangszustande verändert. In der Tat saugt das entwässerte Ei in diesem Bereiche unabhängig von der Salzkonzentration des Mediums in gleichem Grade Wasser auf. Diese Wirkungslosigkeit der Salze bei der Wasserreabsorption scheint darauf zurückzuführen zu sein, dass jede kolloidosmotisch aktive Mizelle einen Wasserfilm noch nach Entwässerung dicht adsorbiert, weshalb die Salzwirkung durch diesen Wasserfilm aufgehalten würde.

Literatur

- AOKI, K. 1941. Über die Wasserabsorption des Salamandereies. J. Fac. Sci. Hokkaidô Imp. Univ. Ser. VI (Zool.), vol. 7, p. 381.