Zeitschrift: Jahrbuch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Annuaire de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 160 (1980)

Artikel: Polyploide, haploide, aneuploide Xenopus

Autor: Kobel, Hans Rudolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90829

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Polyploide, haploide, aneuploide Xenopus

Hans Rudolf Kobel

Abweichungen von der Diploidie stellen bei Säugetieren meistens eine letale genetische Konstitution dar. Befunde sind hauptsächlich vom Menschen bekannt (Friedrich & Nielsen, 1973; Boué et al., 1974), wo Triploidie und autosomale Trisomien zu spontanem Abortus oder zu stark verminderter Lebensfähigkeit, begleitet von charakteristischen Syndromen, führen. Amphibien, besonders die Afrikanischen Krallenfrösche der Gattung Xenopus eignen sich vorzüglich, um solche abweichende Zustände experimentell zu erzeugen.

Polyploidie

Triploide Individuen können durch Blockierung der zweiten meiotischen Reifeteilung der Eier erzeugt werden, und zwar mittels Hitze (Smith, 1958), Kälte (Kawahara, 1978) oder Druck (Müller et al., 1978; Tompkins, 1978). Höher polyploide (tetraploide, pentaploide) Tiere lassen sich auf analoge Weise mit Hilfe der spontan von Artbastarden produzierten, diploiden Eier herstellen (Tab. 1). Diploide Eier entstehen aus spontan endoreduplizierten Oozyten, wobei sich die verdoppelten Chromosomen jeder Art für sich zu Bivalenten paaren; die Meiose teilt somit dem Eikern je einen vollständigen Chromosomensatz beider Arten zu (Kobel & Du Pasquier, 1975; Müller, 1977). Solcherart experimentell entstandene Polyploide sind normal lebensfähig.

Die Arten der Gattung Xenopus selbst stellen bezüglich sowohl der Chromosomenzahl (Tymowska, 1976) wie auch der DNA-Menge (Thiébaud & Fischberg, 1977) eine polyploide Reihe in den Verhältnissen 2:4:8:12 dar, wobei die Mehrzahl der Arten polyploide sind (Tab. 1). Aus verschiedenen Gründen bezeichnen wir jedoch Arten mit $2n = 36$ weiterhin als diploid, Arten mit $2n = 72$ und $2n = 108$ aber als polyploid, da deren Chromosomensätze Vielfache des 36er Karyotyps sind.

Haploidie

Befruchtung der Eier mit UV-bestrahlten Spermien führt zu gynogenetischer Entwicklung; einzig der Eikern steuert genetische Information bei. Analog lassen sich androgenetische Zygoten durch Bestrahlung des Eikernes herstellen. Haploidie bewirkt bei Xenopus charakteristische Entwicklungsstörungen, welche als Haploidie-Syndrom bekannt sind und in Verlauf der Embryogenese zum Tode führen (Hamilton, 1963). Haploidie ist bei Xenopus Arten aller Ploidiestufen letal (Tab. 1); getestet wurden X. l. laevis $2n = 36$, X. vestitus $2n = 72$ und X. ruwenzoriensis $2n = 108$. Ausnahme ist letztere Art mit der höchsten Chromosomenzahl, bei welcher ein geringer Prozentsatz haploider Tiere die Metamorphose überlebt. Polyploide Xenopus Arten sind offenbar in funktioneller Hinsicht diploidisiert, d. h. viele Gene sind trotz der multiplizierten Chromosomenzahl nur als einzelne Allelenpaare vorhanden (Verlust überzähliger Allele durch Mutation?). Die Ursachen der Letalität bei haploider Konstitution sind unbekannt.

Aneuploidie

Mit Hilfe der speziellen Chromosomenverteilung bei triploiden Bastard-Oozyten lassen sich hypo- und hyperdiploide Zygoten herstellen (Tab. 2). Triploide Bastardweibchen, welche 2 Chromosomensätze der Art A und 1 der Art B enthalten, entstehen bei der Befruchtung endoreduplizierter diploider Eier von Bastardweibchen AB mit Spermien der Art A. In den Oozyten solcher Tiere

Tab. 1 Experimentelle und natürliche Polyploidie bei Xenopus, sowie Haploidie durch gynogenetische Entwicklung von 3 Arten verschiedenen Polyploidie-Grades (X.l.laevis 2n = 36, X.vestitus 2n = 72, X.ruwenzoriensis 2n = 108). Pk = zweiter Polkörper, Sp = Spermium.

Experimentell (♀;♂ 2n = 36)							Anzahl Chromosomen	Natürliche Arten	
Diploide Oozyten			Endoreduplizierte Bastard-Oozyten					Anzahl Arten	Gynogenetische Entwicklung
Ei	Pk	Sp	Ei	Pk	Sp				
+	-	-				letal	18	1 (2n=20)	letal
-	-	+							
+	-	+				lebensfähig	36	7	letal
+	+	-	+	-	-				
+	+	+	+	-	+		54		letal; bedingt lebensfähig
			+	+	-		72	3	
			+	+	+		90		
							108	1	

paaren sich die homologen Chromosomen A zu Bivalenten, wogegen die Chromosomen B als Univalente verbleiben (Müller, pers. Mitteilung). Bivalente Chromosomenpaare werden während der Reifeteilungen normal, univalente Einzelchromosomen aber zufällig verteilt. Nach der Meiose enthält der Kern solcher Eier somit einen vollständigen Chromosomensatz der Art A und zusätzlich eine variable Anzahl zufällig zugeteilter Chromosomen der Art B. Durch Befruchtung mit Spermien der Art A entstehen Zygoten mit überzähligen Chromosomen (hyperdiploide mit Trisomien), durch Befruchtung mit UV-bestrahlten Spermien solche mit zu wenig Chromosomen (hypodiploide mit Monosomien). Hypodiploide sind alle letal; häufig ist auch das Haploidie-Syndrom zu beobachten. Hyperdiploide zeigen eine hohe Sterblichkeit, etwa die Hälfte der Embryonen überleben als Kaulquappen, 2–3% als Adulte. Bei adulten hyperdiploiden Xenopus wurden bis jetzt 8–16 überzählige Chromosomen festgestellt (Kobel et al., 1979).

Abweichungen von der normalen diploiden Konstitution wirken sich also bei Xenopus wesentlich anders aus als bei Säugetieren; nicht nur mehrfache Polyploidie, sondern auch Aneuploidie mit einer Vielzahl von Trisomien ist mit Lebensfähigkeit vereinbar. Warum Xenopus in Vergleich zu Säugern oder auch Drosophila eine so viel grössere Toleranz gegenüber Abweichungen von der Diploidie aufweisen, ist vorläufig unbekannt. Erklärungsversuche wie z.B. genetische Inaktivität überzähliger, artfremder Chromosomen oder ganzer Chromosomensätze, konnten widerlegt werden (Du Pasquier et al., 1977; Du Pasquier & Kobel, 1979; Kobel & Du Pasquier, 1979). Andererseits könnten Xenopus für manche Gene poly-

Tab. 2 Produktion von hypo- und hyperdiploiden Zygoten mittels triploider Xenopus Bastardweibchen

Triploide Bastardweibchen zwischen den Arten A und B (2n = 36) (Genetische Konstitution: 18A + 18A + 18B Chromosomen)	
Oozyten	: 18AA Bivalente + 18B Univalente
Meiose	: Bivalente = normale, Univalente = zufällige Chromosomenverteilung
Eikerne Zygoten	: 18A + (0–18) B Chromosomen
gynogenetisch	: 18A + (0–18) B = hypodiploid, Monosomien, letal
befruchtet mit Sperm. A	: 36AA + (0–18) B = hyperdiploid, Trisomien, bedingt lebensfähig

ploid sein, wobei die Genbalance durch eine Gendosis mehr oder weniger nicht wesentlich gestört würde. Bei Arten mit 36 Chromosomen bestehen Hinweise sowohl für eine polyallele Konstitution bestimmter Gene, wie auch für das Vorhandensein nur 1 Allelenpaares andere Gene betreffend.

Praktische Anwendung finden hyperdiploide Bastarde in der Genkartierung bei Xenopus (Kobel & Du Pasquier, 1979), und endoreduplizierte Eier von Bastardweibchen zur Herstellung von Klonen isogener diplo- und tetraploider Frösche (Kobel & Du Pasquier, 1975; 1977).

Literatur

Boué J.G. and Boué A.: Chromosomal anomalies in early spontaneous abortion. In: Developmental biology and pathology. Gropp A. and Benirschke K. (eds.), p. 193. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1976.

Du Pasquier L., Miggiano V.C., Kobel H.R. and Fischberg M.: The genetic control of histocompatibility reactions in natural and laboratory-made polyploid individuals of the Clawed Toad Xenopus. Immunogenetics *5:* 129–141 (1977).

Du Pasquier L. and Kobel H.R.: Histocompatibility antigens and immunoglobulin genes in the Clawed Toad: Expression and linkage studies in recombinant and hyperdiploid Xenopus hybrids. Immunogenetics *8:* 299–310 (1979).

Friedrich U. and Nielsen J.: Chromosome studies in 5049 consecutive newborn children. Clin. Genet. *4:* 333–343 (1973).

Hamilton L.: An experimental analysis of the development of the haploid syndrome in embryos of Xenopus laevis. J. Embryol. Exptl. Morphol. *11:* 267–278 (1963).

Kawahara H.: Production of triploid and gynogenetic diploid Xenopus by cold treatment. Develop., Growth and Differ. *20:* 227–236 (1978).

Kobel H.R. and Du Pasquier L.: Production of large clones of histocompatible, fully identical Clawed Toads (Xenopus). Immunogenetics *2:* 87–91 &1975).

Kobel H.R. and Du Pasquier L.: Strains and species of Xenopus for immunological research. In: Symp. Dev. Immunobiol; Solomon J.B. and Horton J.D. (eds.), p. 299 (Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam–New York–Oxford, 1977).

Kobel H.R. and Du Pasquier L.: Hyperdiploid species hybrids for gene mapping in Xenopus. Nature *279:* 157–158 (1979).

Kobel H.R., Egens de Sasso M. and Zlotowsky Ch.: Developmental capacity of aneuploid Xenopus species hybrids. Differentiation *14:* 51–58 (1979).

Müller W.P.: Diplotene chromosomes of Xenopus hybrid oocytes. Chromosoma (Berl.) *59:* 273–282 (1977).

Müller W.P., Thiébaud Ch., Ricard L. and Fischberg M.: The induction of triploidy by pressure in Xenopus laevis. Rev. Suisse Zool. *85:* 20–26 (1978).

Smith S.: Induction of triploidy in the South African clawed frog, Xenopus laevis (Daudin). Nature *181:* 290 (1958).

Thiébaud Ch. and Fischberg M.: DNA content in the genus Xenopus. Chromosoma (Berl.) *59:* 253–257 (1977).

Tompkins R.: Triploid and gynogenetic diploid Xenopus laevis. J. Exp. Zool. *203:* 251–256 (1978).

Tymowska J.: A karyotype analysis of the genus Xenopus (Anura, Pipidae). Ph.D. Thesis No. 1781, University of Geneva 1976.

Adresse des Autors:

Dr. Hans Rudolf Kobel
Laboratoire de Génétique animale et végétale
Université de Genève
Route de Malagnou
1224 Chêne-Bougeries