Die Matrix der Fische

X.

Notizen zur postembryonalen Ontogenese
von *Salmo irideus* W. Gibbs¹⁾

Von ULRICH A. CORTI, Zürich

(Mitteilung aus der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich)

Eingegangen am 28. Juli 1950

Die vorliegenden Notizen befassen sich mit Untersuchungen an Regenbogenforellen, *Salmo irideus*, die in einem Fließwasseraquarium *ab ovo* gezüchtet und während einer längeren Zeitspanne unter relativ engbegrenzten Lebensbedingungen in Leitungswasser gepflegt wurden.

Unseren Studien lagen unter anderem folgende Aufgaben bzw. Fragestellungen zugrunde:

1. Ermittlung der Relationen zwischen Alter, Gewicht, Körperlänge und Körperhöhe.
2. Feststellung einiger markanter Fälle von retardiertem und vorseilendem Wachstum.
3. Bestimmung des Wasser-, Mineralstoff-, Fett- Aminosäuren- und Gesamtstickstoffgehaltes im Gesamtkörper verschiedenen Alters.
4. Untersuchung der Veränderung des Frischorgangewichtes in Prozenten des Gesamtkörpergewichtes bei zunehmendem Alter.
5. Studium der Veränderung des prozentualen Gehaltes frischer Organe bzw. der entsprechenden Ausbeute an Asche, Gesamtstickstoff und Trockensubstanz in Funktion des Alters.

Am 18. März 1947 frisch gestreifte Eier wurden zunächst in kalifornischen Brutapparaten mit Leitungswasser erbrütet.

500 der erhaltenen Jungforellen wurden am 28. Mai 1947 in ein mit der Basis zirka 90 cm hoch auf einem Träger ruhendes Gestellaquarium von

¹⁾ 9. Mitteilung siehe diese Zeitschrift, 12, 105–108 (1950).

den lichten Dimensionen $42 \times 48 \times 118$ cm übergeführt, welches die ganze Zeit über bei mäßiger, diffuser Beleuchtung mitten in einem kleinen, nach Nordosten orientierten Laboratorium stand.

Die normale Durchflußmenge an stadtzürcherischem Leitungswasser betrug etwa 4,6 Minutenliter. Der Bodenbelag des Fischbehälters bestand aus einer zirka 6–7 cm hohen Schicht sauber gewaschenen Seesandes. Darauf lagen wenige mehr oder weniger flache Steine. Wasserpflanzen fehlten. Die Belüftung wurde durch den freien Wasserstrahl des Zuflußhahns in das Wasser des Behälters erhöht. Der Abfluß wurde durch einen siphonartigen Heber automatisch reguliert bzw. dem Zufluß entsprechend konstant gehalten. Als Aquariumbedeckung diente ein Drahtnetz aus Messing. Der Wasserspiegel lag gewöhnlich zirka 10 cm unterhalb der Oberkante des Behälters. Das Wasservolumen betrug rund 238 Liter.

Die Zusammensetzung des Leitungswassers aus dem Netz der stadtzürcherischen Wasserversorgung schwankte nicht unerheblich, je nachdem, ob dem Netz reinfiltriertes Seewasser, Quellwasser, Grundwasser (aus der Sammelleitung und anderer Provenienz) oder Limmatwasser zugeführt wurde. Gemäß dem Geschäftsbericht betreffend das Trinkwasser der Stadt Zürich schwankten während der in Frage stehenden Versuchsperiode die Analysendaten des Leitungswassers zwischen folgenden Grenzen:

Karbonathärte, französische Härtegrade	12,3	bis 24,0
Resthärte, französische Härtegrade	1,5	bis 4,5
Trockenrückstand, mg/l	168	bis 324
Oxydierbarkeit, KMnO_4 mg/l	2,2	bis 4,8
Sauerstoff, mg/l	2,9	bis 11,8
Freies Ammoniak und albuminoide Substanzen, mg/l	0,060	bis 0,124

Die von uns gemessenen mittleren Wassertemperaturen ($^{\circ}\text{C}$) gehen aus folgender Tabelle hervor:

	1947	1948
Januar	—	10,2
Februar	—	9,5
März	—	10,5
April	—	11,3
Mai	15,0	12,0
Juni	14,3	12,7
Juli	15,0	13,4
August	16,2	14,6
September	14,9	14,2
Oktober	13,5	13,3
November	11,6	—
Dezember	10,6	—

Im Jahre 1947 lagen die höchsten gemessenen Temperaturen bei 17° C im Juli, bei 19° C im August und bei 16,5° C im September.

A. Untersuchungen an Eiern

Die gestreiften, mit Fließpapier getrockneten Eier wiesen folgende Gewichte auf (in Klammern die Anzahl der gewogenen Exemplare):

Alter in Tagen (ab Streifung)	Mittleres Gewicht in Milligramm	Mittlerer prozentualer Gehalt an Gesamt- stickstoff
1	79,9 (6)	4,02
3	75,5 (4)	
6	78,9 (4)	
13	81,9 (4)	
21	81,3 (4)	

Das leichteste Ei wog 58,5 mg, das schwerste 102,0 mg.

22 Eier wogen im Mittel 70,4 mg (siehe vorstehend)

40 Eier wogen im Mittel 80,76 mg (28 Tage lang bebrütet)

60 Eier wogen im Mittel 77,0 mg (frisch gestreift)

P. KRONFELD und F. SCHEMINSKY fanden in Eiern von Bach- und See-forellen (inkl. Bastarde) 23,63 und 24,03% Proteinsubstanzen, während unsere Gesamtstickstoffzahl einem Rohproteinwert von 25,1 ($= 4,02 \cdot 6,25$) entsprechen würde. Forelleneier von Traismauer enthielten 68,5% Wasser, solche von Lunz 66,2%. Das Gewicht des geringsten Eis betrug 55,0 mg, dasjenige des stärksten 85,7 mg (KRONFELD und SCHEMINSKY, l. c.).

Zur mikrobiologischen Bestimmung einiger essentieller Aminosäuren in Regenbogenforelleneiern haben wir 40 der letzteren (total 3,2304 g) im Alter von 28 Tagen (Schlüpfdatum, vierwöchige Bebrütung) mit 10 cm³ Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,19 während 20 Stunden unter Rückfluß gekocht. Dann wurde das Hydrolysat filtriert, der Rückstand mit etwas Wasser ausgewaschen und das Waschwasser mit dem Hauptfiltrat vereinigt. Erhalten wurden insgesamt 15 cm³ verdünntes Hydrolysat, die 125,62 mg Gesamtstickstoff enthielten. 100 cm³ dieses Hydrolysats entsprechen etwa 7,7 g Trockensubstanz.

Die mikrobiologische Analyse lieferte folgende Werte, wobei sich die erste Zahlenkolonne auf die Frischsubstanz (64% Wassergehalt) des Gesamteies, die zweite Kolonne auf die Eitrockensubstanz bezieht.

	%	%
Arginin	1,77	4,90
Histidin	1,07	2,97
Leuzin	3,20	8,90
Methionin	0,91	2,53
Phenylalanin	1,72	4,77
Threonin	2,88	8,00
Tyrosin	0,74	2,06
Valin	3,64	10,10

Das Tryptophan wurde bei den von uns angewandten Hydrolysebedingungen zerstört.

B. Untersuchungen an postembryonalen Stadien

Der Schlüpfakt setzte am 15. April 1947, das heißt am 29. Tage nach vollzogener Streifung, ein. Mit der Fütterung wurde am 3. Mai begonnen.

Fütterung: Anfänglich, das heißt vom 3. bis 28. Mai, wurde ausschließlich Kalbsmilz verfüttert, dann bis zum 7. Juli in ungleichen Intervallen abwechselnd Schweins-, Kalbs- oder Rindsleber und Rinderherz. Vom 29. Mai bis 7. Juli 1947 wurden insgesamt folgende Futtermengen verabreicht:

147 g Kalbsmilz,
425 g Rinderherz,
1165 g Rinds-, Kalbs- und Schweinsleber.

Ab 8. Juli 1947 bis Ende Juli 1948 wurde nur noch Rindsleber (total 66,41 Kilo) verfüttert¹⁾. Das Futter wurde in der ersten Zeit fein geschabt, später in kleine Stücke zerschnitten.

Analyse des Futters

	Prozent H ₂ O	Prozent Gesamtstickstoff	Asche	Fettsubstanz ¹⁾
Kalbsmilz	76,4 (6)	3,11 (8)	1,91 (6)	1,92 (1)
Rinderherz	79,1 (2)	2,93 (3)	0,61 (2)	—
Schweinsleber	66,6 (2)	4,45 (3)	2,27 (2)	2,41 (1)
Kalbsleber	—	3,51 (3)	—	—
Rindsleber	71,44 (3)	3,25 (3)	—	2,58 (1)

¹⁾ Trichloräthylenextrakt; in Klammern die Zahl der analysierten Proben

Die Leber wurde zur Bestimmung der Aminosäuren vorher hydrolysiert.

¹⁾ Herrn Dr. V. ALLENSPACH, Direktor des Schlachthofes Zürich, danken wir auch an dieser Stelle für die freundliche Überlassung des Futtermaterials.

Die mikrobiologische Analyse der als Fischfutter dienenden Rindsleber (H_2O -Gehalt 71,5%) lieferte folgende Daten:

	In Prozent der frischen Leber	In Prozent der getrockneten Leber
Arginin	3,45	12,1
Histidin	0,60	2,11
Leuzin	2,05	7,19
Methionin	0,43	1,49
Phenylalanin	1,29	4,53
Threonin	2,15	7,54
Tyrosin	0,36	1,25
Valin	1,06	3,70

Für die Beurteilung der nachstehenden Ausführungen ist es von Wichtigkeit, sich stets vor Augen zu halten, daß unsere Regenbogenforellen *praktisch ausschließlich mit frischer Rindsleber gefüttert worden sind*.

ERGEBNISSE

1. Ermittlung der Relationen zwischen Alter, Gewicht, Körperlänge und maximaler Körperhöhe

Vom 30. Tage nach dem Schlüpfakt an gerechnet bis zum 366. Tage erfolgte das Wachstum der Versuchstiere approximativ nach folgender Formel:

$$G = 2^{\frac{A - 100}{50}},$$

wobei G = Gewicht der Forelle in Gramm, A = Alter des Fisches in Tagen (ab Schlüpfdatum) bedeuten. Daraus resultiert:

$$A = 100 \cdot (1 + 1,661 \cdot \log G).$$

Für ein Gewicht von zum Beispiel 9,0 g berechnet sich darnach das Alter der Forelle zu 258,5 Tagen, während das effektive Alter 247 Tage betrug.

Die exaktere mathematische Auswertung des von uns gesammelten Zahlenmaterials ergab, wenn L = Länge des Fisches, gemessen von der Maulspitze bis zum beschuppten Schwanzende, H = maximale Höhe des Fischkörpers, G = Gesamtgewicht in Gramm und A = Alter des Tieres in Tagen (ab Schlüpftag gerechnet):

$$L = 1,1411 + 0,029034 \cdot A$$

$$H = 0,1377 + 0,007740 \cdot A$$

$$G = 2^{\frac{A - 117,322}{44,884}}, \text{ woraus sich das Alter zu}$$

$$A = \frac{L - 1,411}{0,029034} \quad \text{oder}$$

$$A = \frac{H - 0,1377}{0,007740} \quad \text{oder}$$

$$A = 117,322 + 149,1 \cdot \log G \text{ ergibt.}$$

Während zirka eines Jahres erwies sich das Verhältnis von Länge zu Höhe unserer Fische mehr oder weniger konstant wie 4:1.

2. Feststellung einiger markanter Fälle von retardiertem und vorseilendem Wachstum

Wir geben nachstehend einige der von uns immer wieder konstatierten Fälle von retardiertem und vorseilendem Wachstum mit den ermittelten Maßzahlen an, wobei wir die Vermutung hegen, daß die Ursachen der betreffenden Erscheinungen konstitutionell und kaum durch die Umweltfaktoren (unzureichende Nahrungsmenge, psychische Momente usw.) bedingt sind.

Einzeltiere

Alter in Tagen ¹⁾	Gewicht g	Länge ²⁾ cm	Maximale Höhe cm	Index L:H
39	0,138	2,4	0,4	6,0
98	0,142	2,3	0,35	6,6
105	1,747	4,95	1,2	4,1
154	1,562	4,9	1,1	4,5
125	4,153	6,3	1,7	3,7
204	4,301	7,0	1,7	4,1
173	18,380	10,9	2,7	4,0
204	4,301	7,0	1,7	4,1
202	1,610	5,1	1,0	5,1
202	37,600	—	—	—
105	1,747	4,95	1,2	4,1
283	2,019	5,5	1,0	5,5
302	52,598	15,6	4,0	3,9
568	313,5	27,0	8,3	3,3
569	10,026	9,5	2,0	4,8

¹⁾ Ab Schlüpftag gerechnet.
²⁾ Gemessen von der Maulspitze bis zum beschuppten Schwanzende.

Aus der vorstehenden Tabelle geht hervor, daß

1. eine 39 und eine 98 Tage alte Forelle annähernd gleiches Gewicht aufwiesen;
2. ein 105 Tage altes Exemplar schwerer war als ein 154 Tage altes (1,747:1,562 g);
3. ein 125 Tage altes Individuum kaum leichter war als ein 204 Tage altes (4,153 zu 4,301 g);
4. eine 173 Tage alte Forelle mehr als das Vierfache des Gewichtes einer 204 Tage alten Forelle der gleichen Zuchtserie erreichte (18,380:4,301 g);
5. von zwei je 202 Tage alten Fischen der eine nur 1,610 g, der andere jedoch 37,600 g wog, während ein 105 Tage altes Exemplar annähernd gleich schwer war wie ein Individuum von ungefähr doppeltem Alter;
6. eine 302 Tage zählende Regenbogenforelle etwa 25mal mehr wog als eine nur 3 Wochen jüngere;
7. zwei bis auf einen Tag gleichaltrige Exemplare (568/569 Tage) sich im Gewicht durch den Faktor 31,27 unterschieden.

3. Bestimmung des Wasser-, Mineralstoff-, Fett-, Aminosäuren- und Gesamtstickstoffgehaltes im Gesamtkörper verschiedenen Alters

Da es uns interessierte, zu erfahren, in welchem Grade sich einige Komponenten der Regenbogenforelle im Laufe der postembryonalen Ontogenese in quantitativer Beziehung verändern, wurde der Gehalt des Körpers ganzer Forellen von mittlerer Größe an Wasser, Mineralstoffen, Fettsubstanz, Aminosäuren und Gesamtstickstoff in verschiedenen Altersphasen untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich wie folgt kurz zusammenfassen:

Der Wassergehalt des Fischkörpers nimmt mit zunehmendem Alter beträchtlich ab, das heißt von ~90% am 37. Tage nach dem Schlüpfakt auf zirka 75% (im Alter von 150–300 Tagen). Der Gehalt an Mineralstoffen, das heißt die Ausbeute an Asche, bleibt merkwürdigerweise vom 37. bis 303. Alterstage ziemlich konstant, während Gesamtstickstoff und Fettgehalt mit der Zunahme des Trockensubstanzgehaltes ansteigen. Wir halten es indessen nicht für ausgeschlossen, daß intermediär nicht unerhebliche Fluktuationen im Gehalt an den genannten Komponenten auftreten können, so daß wir die mitgeteilten Resultate vorläufig auf die von uns analysierte Fischserie beschränken möchten:

Alter ¹⁾	Wasser %	Trocken- substanz %	Asche %	Gesamt- stickstoff %	Fettsubstanz ²⁾ %
37	89,12	10,88	1,97	1,81	1,99
51	85,72	14,28	2,32	1,85	3,13
70	85,26	14,74	2,17	1,99	3,29
84	82,57	17,43	1,99	2,16	1,71
98	81,71	18,29	2,38	1,99	3,46
105	79,75	20,25	1,90	2,14	5,45
125	76,37	23,63	2,39	2,19	7,00
134	76,27	23,73	2,31	2,28	6,74
154	75,81	24,19	2,52	2,54	6,59
175	74,58	25,42	2,52	2,68	6,60
204	74,55	25,45	2,39	2,52	5,99
265	68,96	31,04	2,67	2,50	7,08
303	74,72	25,28	2,36	2,82	4,48

¹⁾ Alter in Tagen, ab Schlüpfstag gerechnet. Die in der Tabelle enthaltenen Werte stellen bei Wasser, Trockensubstanz, Asche und Fettsubstanz Mittel aus Bestimmungen an 2, beim Gesamtstickstoff Mittel aus Bestimmungen an 3 Fischen dar.

²⁾ Trichloräthylenextrakt.

Die nachstehende Tabelle gibt Aufschluß über einige am Aufbau von Regenbogenforellen in verschiedenen Entwicklungsstadien beteiligte essentielle Aminosäuren. Die Substrate wurden jeweils der Hydrolyse mit Salzsäure unterworfen und die Aminosäuren in den Hydrolysaten mikrobiologisch bestimmt.

Aminosäure in Prozent

	Eier (am Tage vor dem Schlüpfen)		Jungforellen, Alter: 63 Tage		Jungforelle, Alter: 170 Tage		Forelle, 18 Monate alt	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Arginin . .	1,77	4,90	—	—	0,44	1,81	2,11	8,62
Histidin . .	1,07	2,97	—	—	0,25	1,04	0,40	1,64
Leuzin . .	3,20	8,90	0,63	1,13	1,74	7,26	1,35	5,50
Methionin .	0,91	2,53	0,68	3,79	0,31	1,30	0,49	2,01
Phenylalanin	1,72	4,77	0,95	5,30	0,47	1,97	0,61	2,48
Threonin . .	2,88	8,00	0,72	4,04	0,95	3,94	1,91	7,79
Tyrosin . .	0,74	2,06	0,23	1,26	0,29	1,19	0,35	1,44
Valin . . .	3,64	10,10	2,03	11,4	1,24	5,18	1,07	4,37

Anmerkungen zur vorstehenden Tabelle:

Wassergehalt

Eier 64 %

Jungforellen (63 Tage) 82 %

Jungforelle (170 Tage) 76 %

Erwachsene Forelle (aus Fischzuchtteich) 75,5%

Kolonne 1 enthält jeweils die auf Frischsubstanz, Kolonne 2 die auf Trockensubstanz berechneten Werte. Letztere sind unter dem Vorbehalt der Zuverlässigkeit mikrobiologischer Bestimmungen zu taxieren.

Bei der achtzehn Monate alten, aus einem Fischzuchtteich stammenden Forelle fallen die relativ hohen Werte für Arginin und Threonin auf, während die entsprechenden Werte bei der 170 Tage alten, *in vitro* gezüchteten und fast ausschließlich mit Rindsleber gefütterten Forelle erheblich tiefer liegen. Selbstverständlich reichen die Untersuchungen nicht aus, um diese Befunde zu deuten. Die als Futter dienende Leber war jedenfalls reich an Arginin und Threonin.

4. Untersuchung der Veränderung des Frischorgangewichtes in Prozenten des Gesamtkörpergewichtes bei zunehmendem Alter

Das Wachstum einzelner Organe der Forellen wurde durch Ermittlung ihres Gewichtes (in Prozenten des Gesamtkörpergewichtes) zu verfolgen gesucht; die Altersspanne der untersuchten Fische reichte vom 127. bis zum 724., ausnahmsweise bis zum 788. Tage ab Schlüpfdatum.

Beim Muskelfleisch war eine ausgeprägte Disproportionierung festzustellen. Sein prozentualer Anteil am Gesamtkörpergewicht stieg von zirka 57% am 127. Alterstag auf etwa 83% am 724. Alterstag an. Auch beim Skelett machte sich eine gleichsinnige Disproportionierung bemerkbar. Zwischen dem 219. und 302. Alterstag lag der Skelettwert um 1,40%, um dann gegen den 724. Tag auf rund 2,0% anzusteigen.

Für alle Flossen (Außenteile) zusammen hielten sich die prozentualen Anteile vom 127. bis zum 724. Tag unregelmäßig fluktuierend zwischen 1,70% (127. Tag) und 1,85% (724. Tag), mit Tiefpunkten von 1,10 und Höchstwerten von 2,18% bei einzelnen Individuen. Ein ähnliches Bild zeigten: Schwimmblase, Herz, Kiemenmuskel, Leber (!), Milz, Gallenblase, Gehirn (erst vom 301. Tage an bestimmt) und die Augenlinsen (ab 271. Tag gewogen).

Dagegen waren beim Darmtrakt eindeutiger Verhältnisse hinsichtlich einer Disproportionierung erkennbar. Der prozentuale Anteil des Darmtraktes am Gesamtkörpergewicht lag zwischen dem 127. und 360. Alterstag durchschnittlich über 2,7%, um dann auf Werte von weniger als 2,5 bis unter 2,0% zu sinken. Ob diese Erscheinung auch bei normaler Nahrung auftritt, bleibt der Prüfung vorbehalten. Merkwürdigerweise war eine analoge Disproportionierung bei der Leber nicht festzustellen. Hier variierten die Werte irregulär vom 127. bis zum 301. Tag zwischen 0,84 und 2,19%, vom 302. bis 788. Tage zwischen 0,98 und 2,16%. Die 127 bis 300 Tage alten Forellen wogen notabene 7,2–50,1 g, die 302 bis 788 Tage alten 52,6–325 g.

5. Studium der Veränderung des prozentualen Gehaltes frischer Forellenorgane bzw. deren Ausbeute an Asche, Gesamtstickstoff und Trockensubstanz in Funktion des Alters

Es zeigte sich interessanterweise, daß der relative Gehalt der verschiedenen untersuchten Organe (Muskelfleisch, Flossen, Schwimmblase, Herz, Kiemenmuskel, Milz, Darmkanal, Leber, gefüllte Gallenblase und Niere) an Wasser bzw. Trockensubstanz und Gesamtstickstoff sowie die Ausbeute an Asche («Mineralstoffe») bei Regenbogenforellen im Alter von 173 (beim Gesamtstickstoff von 127) bis zu 570 Tagen bemerkenswert konstant war. Wir erhielten für die angegebene Altersphase folgende Zahlen:

a) Wassergehalt in Prozent

	Mittel	Extremwerte
Muskelfleisch	76,9 (7)	74,3–77,8
Flossen	67,9 (7)	58,0–71,3
Schwimmblase (mit Blutdrüse) . . .	78,6 (7)	73,2–83,9
Herz	81,7 (7)	77,4–83,8
Kiemenmuskel	81,0 (7)	74,9–83,6
Milz	78,5 (7)	74,4–83,5
Darmkanal	75,6 (7)	72,2–78,1
Leber	74,9 (7)	74,1–75,9
Gallenblase (gefüllt)	80,6 (6)	73,6–85,2
Niere	79,3 (7)	75,3–81,0

b) Gesamtstickstoffgehalt in Prozent

Muskelfleisch	3,2 (10)	2,59–3,90
Flossen	3,0 (10)	2,48–3,51
Schwimmblase (mit Blutdrüse) . . .	2,0 (10)	1,59–2,28
Herz	2,2 (10)	2,08–2,44
Kiemenmuskel	2,2 (10)	1,84–3,27
Milz	2,8 (8)	2,41–3,40
Darmkanal	2,8 (10)	1,77–3,98
Leber	2,6 (10)	2,05–3,18
Gallenblase (gefüllt)	1,1 (7)	0,68–1,57
Niere	2,3 (10)	1,07–2,61

c) Ausbeute an Asche in Prozent

Muskelfleisch	1,5 (7)	1,30–1,78
Flossen	11,2 (7)	9,79–13,89
Schwimmblase (mit Blutdrüse) . . .	2,2 (7)	0,97–2,86
Herz	2,6 (6)	1,07–3,87
Kiemenmuskel	2,0 (7)	1,69–2,62
Milz	4,3 (7)	1,14–9,37
Darmkanal	1,2 (7)	1,12–1,35
Leber	1,7 (7)	1,37–1,95
Gallenblase (gefüllt)	3,5 (3)	2,34–5,40
Niere	1,6 (7)	1,23–2,19

Nur die Ausbeuten an Asche bei der Milz und bei der Gallenblase fallen stark aus der Norm heraus. Im übrigen beziehen sich alle Angaben auf körperfrische Organe. Die in Klammern stehende Ziffer gibt die Zahl der untersuchten Tiere an.

Schließlich seien nachstehend noch einige Analysenwerte betreffend den Gesamtstickstoffgehalt und die Ausbeute an Asche in Prozenten des Gewichtes lufttrockener Schuppen verschiedenaltiger, *in vitro* gezüchteter und vom 83. Tage nach dem Schlüpfdatum ab ausschließlich mit Rindsleber gefütterter Regenbogenforellen angeführt.

Alter in Tagen ab Schlüpfakt	Gesamtstickstoff	Asche
190	7,84	—
219	8,35	—
245	—	31,52
266	9,91	—
301	8,74	—
302	—	36,11
359	9,37	33,92
429	9,73	—
497	—	31,52
498	9,40	—
568	9,92	42,19

In biologischer und speziell in physiologischer Beziehung am wertvollsten scheint uns der Befund zu sein, daß sich *in vitro ab ovo* gezüchtete Regenbogenforellen bei ausschließlicher Fütterung mit frischer Rindsleber trefflich entwickelten. Neben der weiter oben erwähnten 1. Zuchtserie, der erst vom 83. Tage an (ab Schlüpfdatum gerechnet) exklusiv Rindsleber verabreicht wurde, wurde eine 2. Serie von Regenbogenforellen überhaupt nur mit frischer Rindsleber ernährt. Die Tiere der 1. Serie ließen sich über mindestens drei Jahre und drei Monate, die Individuen der 2. Serie während mindestens zwei Jahren und vier Monaten bei anscheinend guter Gesundheit erhalten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Aufenthaltsmedium der Forellen andauernd aus einem relativ sehr begrenzten Frischwasserraum und die übrigen wesentlichen Biotopelemente aus Sauerstoff (Luft), Licht, monotyper Nahrung und Artgenossen bestanden.

LITERATURVERZEICHNIS

- W. C. BECKMANN, *Further studies on the increased growth rate of the Rock Bass Ambloplites rupestris* (Rafinesque), *following the reduction in density of the population*, Trans. Am. Fish. Soc. 1942, 72–78.
- W. A. COLLIER, *Die Altersbestimmung der Fische*, in: ABDERHALDEN, *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, Abt. IX, Teil 1, S. 535–552.
- P. KRONFELD und F. SCHEMINSKY, Roux'Arch. Entw.-Mech. Organismen 107, 129 bis 153 (1926).
- K. F. LAGLER, *Studies in Freshwater Fishery Biology*, 3. Aufl. (J. W. Edwards, Ann Arbor [Michigan] 1949).
- P. R. NEEDHAM und F. K. SUMNER, *Fish management problems of bigg Western Lakes with returns from marked Trout planted in upper Angora Lake California*, Trans. Am. Fish. Soc. 1941, 249–269.
- P. R. NEEDHAM und D. W. SLATER, *Seasonal changes in growth, mortality, and condition of Rainbow Trout following planting*, Trans. Am. Fish. Soc. 1943, 117–124.
- J. VAN OOSTEN, *A study of the scales of white fishes of known ages*, Zoologica [17] 2, 380–412 (1923).
- C. G. J. PETERSEN, *Eine Methode zur Bestimmung des Alters und Wuchses der Fische*. Mitt. dtsh. Seefischer; Ver. II, 226–235 (1895).
- G. O. SARS, *Om vintertorskens* (Gadus morrhua) *forplanting og udvikling*, Forh. Vidensk. Selsk. (1865).
- H. H. WUNDSCH, *Die Methoden der Altersbestimmung bei Fischen*, in: ABDERHALDEN, *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, Abt. IX, Teil 2 (2. Hälfte), S. 1001–1027 (1936).

SUMMARY

The growth of body and organs and the chemical composition, concerning water-, ash-, fat-, amino acid- and total nitrogen content, have been investigated of eggs and postembryonic development phases of rainbow trouts, *Salmo irideus*. The fry was hatched artificially and nourished exclusively with fresh beef liver.