

STANISŁAW SKÓRA

Wpływ krzyżówek zwrotnych między mieszancami karpia (*Cyprinus carpio* L.) i karasia pospolitego (*Carassius carassius* L.) na wzrost i zmienność populacji potomnych

Auswirkung der Rückkreuzung zwischen Mischlingen von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) und Karauschen (*Carassius carassius* L.) auf Wachstum und Variabilität der Nachkommenschafts-Populationen

Mémoire présenté le 8 mai 1967 dans la séance de la Commission Biologique de l'Académie Polonaise des Sciences, Cracovie

Abstract — A comparison of two fry groups of bastards in backcross with carp and crucian showed the very great influence of the species of the male parent, especially on the growth, system of the pharyngeal teeth, and length and thickness of the barbels.

The influence of the male which took part in the cross on other morphologic and meristic features of back bastards was unquestionable, but not so essential as its influence on the above-mentioned features.

Diese Untersuchungen wurden in 2 Teichkomplexen, Mnich und Landek, der Versuchsteichwirtschaft Ochaby des Institutes für Biologie der Gewässer der Polnischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt. Zweck derselben war festzustellen, ob Weibchen der Karpf-Karauschen-Mischlingen ($\text{♀ } Cyprinus carpio \text{ L. } \times \text{♂ } Carassius carassius \text{ L.}$), welche bereits gut entwickelte Gonaden aufwiesen, schon zum Laichen mit Männchen beider Elternarten reif sind, sowie in welcher Weise sich bei der Nachkommenschafts-Population die Entwicklung der einzelnen morphologischen und meristischen Merkmale und ihre Variabilität darstellt, je nach Abstammung der zur Kreuzung verwendeten Männchen.

Die bisher mehrfach unternommenen Versuche einer Kreuzung der Karpf-Karauschen-Mischlinge sowohl gegenseitig sowie mit Männchen

oder Weibchen der Elternarten hatten keinen Erfolg. Erst 7-jährige Weibchen der Mischlinge laichten im Jahre 1964 in 2 Teichen des Komplexes Mnich mit Männchen von Karauschen und von Spiegelkarpfen und lieferten Nachkommenschaft. Für beide Laichteiche, von je 200 m² Fläche, wurden mehrere Laichfische verwendet. In den einen Laichteich wurden am 27. Mai 1964 5 Weibchen der Mischlinge im Gewicht 2280 g, 2930 g,

Tabelle I. Verlauf der Aufzucht der Rückkreuzungs-Mischlinge von Karpfkaraschen

| Teichwirtschaft | | L a n d e k | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Teich | | Książok Mały I | | Książok Mały II | |
| Eingedämmte Teichfläche in ha | | 2,20 | | 2,15 | |
| Produktionsfläche in ha | | 2,10 | | 2,10 | |
| Düngung | Düngeralkali in q | 8,0 | | 8,0 | |
| | Superphosphat in q | 2,0 | | 2,0 | |
| | Amonsulfat in q | 3,0 | | 3,0 | |
| Fütterung: Lupine in q | | 32,8 | | 37,8 | |
| | | Besatz | Abfischung | Besatz | Abfischung |
| Mischlinge | Datum | 8.VI.64 | 14.X.64 | 6.VI.64 | 14.X.64 |
| | Alter | Brut | KKK ₁ | Brut | KKK ₁ |
| | Stück | 15000 | 4214 | 15000 | 2738 |
| | Gesamtgewicht in kg | - | 118,0 | - | 142,6 |
| | Mittleres Stückgewicht in g | - | 28,0 | - | 52,1 |
| | Verluste in % | - | 71,9 | - | 81,8 |
| Karpfen | Datum | 27.IV.64 | 14.X.64 | 27.IV.64 | 14.X.64 |
| | Alter | K ₁₊₂ | K ₂₊₃ | K ₁₊₂ | K ₂₊₃ |
| | Stück | 2490 | 1170 | 2350 | 1288 |
| | Gesamtgewicht in kg | 405,0 | 1607,0 | 375,0 | 1819,0 |
| | Mittleres Stückgewicht in g | 162,7 | 1373,5 | 159,6 | 1412,3 |
| | Verluste in % | - | 53,0 | - | 45,2 |
| Natürlicher Fischzuwachs kg/ha | | - | 286,0 | - | 359,0 |
| Fütterungszuwachs in kg/ha | | - | 286,0 | - | 329,0 |

2560 g, 3900 g, und 3140 g sowie 5 Karauschenmännchen im Gewicht 360 g, 400 g, 380 g, 360 g, und 270 g eingesetzt. Am gleichen Tage erhielt der zweite Laichteich 5 Mischlingsweibchen im Gewicht 2800 g, 3650 g, 2970 g, 3210 g und 4090 g sowie 3 Spiegelkarpfenmännchen im Gewicht 10700 g, 9620 g, und 11300 g.

Das Laichen der Mischlingsweibchen mit den Karpfenmännchen erfolgte am Vormittag des 29.V.1964 bei einer Wassertemperatur von 22°C. Zwei Tage später d.h. am 31.V. laichten im zweiten Teich die Mischlingsweibchen mit Karauschenmännchen, auch am Vormittag, bei einer Wassertemperatur von 23,1°C. Die mittlere Wassertemperatur schwankte im Verlaufe der Erbrütung, bei dreimaligen Messungen am Tag, zwischen 20,0 und 24,5°C. Die erste ausgeschlüpfte Brut von den am 29.V. abge-

laichten Fischen wurde nachmittags am 2.VI. bemerkt, von den am 31.V. abgelaichten Fischen am 4.VI. ebenfalls nachmittags.

In beiden Laichteichen befanden sich grosse Mengen Laich, aber wenig Brut, da ein bedeutender Teil der Eier nicht befruchtet war und verschimmelte. Die embrionale Entwicklung der Rückkreuzungs-Mischlinge wurde nicht untersucht.

Die Brut von Mischlingsweibchen und die Spiegelkarpfenmännchen wurde am 6.VI. abgefischt und in der Anzahl von ca 15000 Stück in den Teich Księżok Mały II der Teichwirtschaft Landek eingesetzt. Die Brut von den Mischlingsweibchen und den Karauschenmännchen wurde am 8.VI. abgefischt und ebenfalls ca 15000 Stück in den benachbarten Teich Księżok Mały I versetzt. Zur Aufzucht beider Populationen der Rückkreuzungsmischlinge wurden demnach zwei neben einander liegende Teiche von ähnlicher Grösse und Umweltverhältnissen verwendet, um möglichst gleiche Bedingungen zu schaffen. In beiden Teichen wurden auch Speisekarpfen aufgezogen. In Tabelle I. sind die Angaben über Besatz, Abfischung, Verluste und Zuwachs sowie über die Produktionsmittel zusammengestellt.

Von jeder der beiden Populationen der Rückkreuzung wurden wahllos je 100 Stück abgesondert und zur Untersuchung und Vergleich verwendet. Die biometrischen Messungen wurden nach dem Schema, welches schon früher vom Verfasser angewandt worden war, durchgeführt und zwar anlässlich der ersten Mischlingsgeneration der Karpfkarauschen.

Zuwachs und morphologische Merkmale

Beiden Populationen der Rückkreuzung war ein äusserst ungleichmässiger Wuchs gemeinsam. Bei den Fischen der Population von Karauschenmännchen aus dem Teich Księżok Mały I betrug der Unterschied zwischen Maximum und Minimum 121,5 g im Gewicht und 9,9 cm in der Körperlänge. Bei der Population von den Karpfenmännchen aus dem Teich Księżok Mały II waren die Unterschiede noch grösser und betrugen 139,0 g im Gewicht und 9,4 in der Körperlänge.

Es besteht ein deutlicher Einfluss der zur Kreuzung verwendeten Männchen auf das Wachstum der Nachkommenschaft (Tabelle II). Die Abkömmlinge der Spiegelkarpfen Männchen wiesen im Mittel einen 2-fach grösseren Zuwachs auf, als jene der Karauschenmännchen, obgleich die Lebensbedingungen in beiden Teichen sehr ähnlich waren.

Beim Vergleich der Variation für die absoluten Masse beider Populationen kann man feststellen, dass fast alle Merkmale — ausser zweien (*longitudo pinnae C media*, *longitudo basis D*) — eine grosse Variationsbreite bei der Rückkreuzung mit Karpfen aufwiesen. Die Unterschiede für die morphologischen Merkmale waren zwar nicht gross, sie betrugen

nämlich 0,75 bis 10,12% (im Mittel 3,78%), aber sie traten ständig auf, was als besonders charakteristische Erscheinung anzusehen ist. Die Unterschiede in der Variationsbreite für das Gewicht waren überaus gross — sie betragen 22,65% zu Gunsten des Durchschnittsgewichtes für die Nachkommen der Karpfenmännchen. Somit ist bei den Rückkreuzungsmischlingen der Einfluss der Art bemerkbar, da Karaschen langsamer wachsen als Karpfen. Auf diesen Umstand weist auch die Analyse der tatsächlichen Unterschiede (nach der Methode von Student) hin, weil fast alle

Tabelle III. Empirischer Koeffizient (t') für die morphologischen Merkmale der einsömmerigen Rückkreuzungsmischlinge

| Theoretischer Koeffizient t_{05} | 1,982 | Theoretischer Koeffizient t_{05} | 1,982 |
|------------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| Longitudo totalis | 5,718 | Summa altitudo D | 3,929 |
| Longitudo corporis | 5,561 | Longitudo basis D | 6,175 |
| Longitudo caudae | 5,242 | Distantia praedorsalis | 6,482 |
| Longitudo trunci | 5,840 | Distantia postdorsalis | 5,620 |
| Longitudo capitis lateralis | 6,160 | Spatium inter D et A | 5,195 |
| Longitudo spatii postorbitalis | 7,068 | Spatium inter P et V | 4,155 |
| Diameter oculi | 2,345 | Spatium inter V et A | 4,660 |
| Longitudo spatii praeorbitalis | 6,541 | Longitudo basis A | 3,333 |
| Longitudo P | 5,221 | Summa altitudo capitis | 5,700 |
| Longitudo V | 4,094 | Summa altitudo corporis | 4,977 |
| Summa altitudo A | 4,826 | Minima altitudo corporis | 5,690 |
| Longitudo pinnae C superior | 4,767 | Summa latitudo capitis | 5,976 |
| Longitudo pinnae C inferior | 4,710 | Summa latitudo corporis | 6,069 |
| Longitudo pinnae C media | 0,238 | Summa longitudo in circuitu | 5,160 |

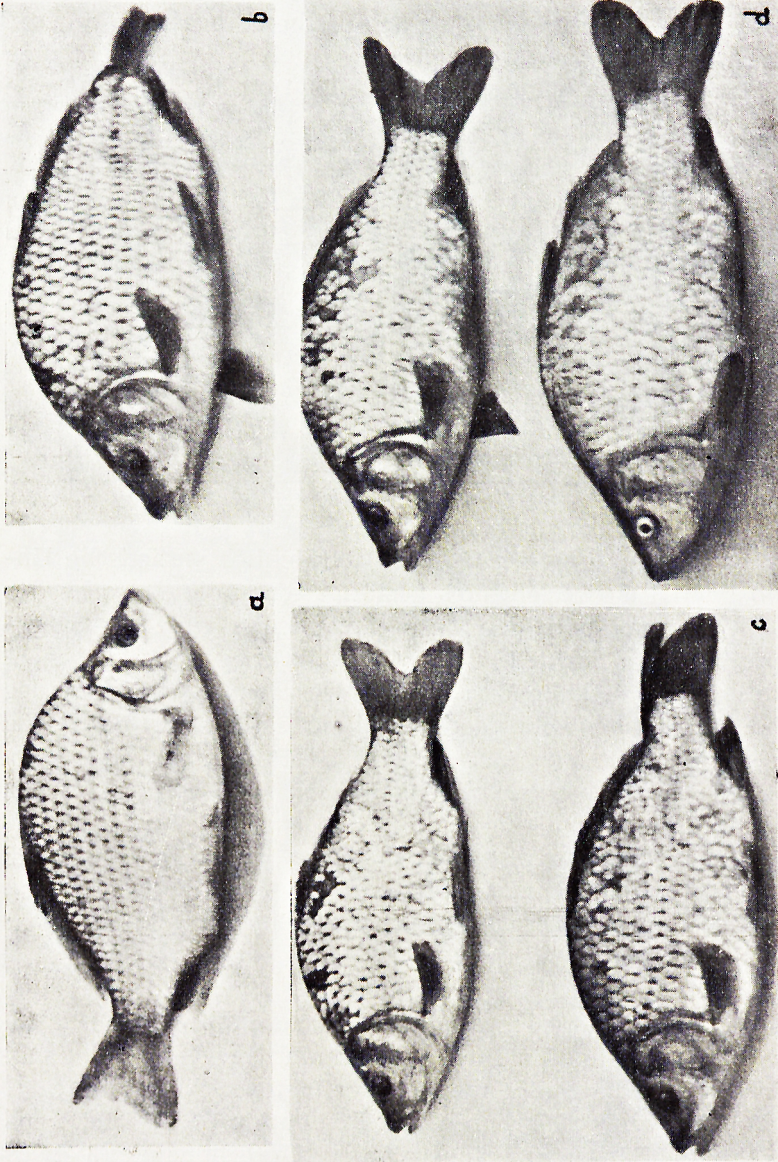
Merkmale (ausser *longitudo pinnae C media*) tatsächlich statistische Unterschiede (Tabelle III) aufweisen; dies bestätigt somit die Tatsache der Vererbung des Wachstums nach den Karpfenmännchen, welche eine, genetisch bedingte, grössere Zuwachsintensität als die Karaschen besitzen.

Eine zweite charakteristische Erscheinung war die Beständigkeit der morphologischen Merkmale bei beiden Populationen. Bei Vergleich der 28 morphologischen Merkmale, ausgedrückt im Prozentverhältnis zur Körperlänge, konnte weitgehende Ähnlichkeit festgestellt werden. Ferner war die Variabilität dieser Indikatoren auch sehr ähnlich, was auf Stabilität der Gestalt bei beiden Populationen hindeutet, unabhängig von der zur Kreuzung verwendeten Männchenart.

Die Konditionskoeffizienten, berechnet nach der Formel von Fulton: $k = \frac{100 \cdot g}{L^3}$, waren fast identisch; bei der Nachkommenschaft von Karpfenmännchen betrug derselbe 2,26, von Karaschenmännchen 2,23.

Die Beschuppung und die Gestalt der einsömmerigen Rückkreuzungsmischlinge erinnerte an die Einsömmerigen der ersten Generation.

Von den 200 untersuchten Fischen beider Populationen der Rückkreuzung besaßen 191 je 4 Bärtchen, 2 längere an der Unterlippe und 2 etwas kürzere an der Oberlippe. Die übrigen 9 Fische, welche alle zu der Population von Karaschenmännchen gehörten, hatten 2 normal entwickelte Bärtchen an der Unterlippe, dagegen fehlten dieselben an der Oberlippe. Die Bärtchen der Kreuzungs-Mischlinge waren länger und dicker als bei



Ab. 1. a — Rückkreuzungs-Mischung (♀ Mischung × ♂ *Carassius carassius* L.) regelmäßige Schuppenanlage sichtbar; b — Rückkreuzungs-Mischlinge (♀ Mischung × ♂ *Carassius carassius* L.) Schrumpfung des Schwanzansatzes und Deformierung der Schwanzflosse; c — Rückkreuzungs-Mischlinge (♀ Mischung × ♂ *Cyprinus carpio* L.) unregelmäßige Schuppenanlage verbunden mit Deformierung der Rückenflosse bei einem Fisch und teilweiser Deformierung der Schwanzflosse bei einem anderen Fisch; d — Rückkreuzungs-Mischlinge (♀ Mischung × ♂ *Cyprinus carpio* L.) lose Schuppenanlage oberhalb der Seitenlinie. Aufnahme: M. Janik

den Fischen der ersten Generation, bei welchen dieselben mehr denen der Karpfenbärtchen ähnelten.

Die Rückenlinie stieg bei den Rückkreuzungsmischlingen nach den Karauschenmännchen steiler vom Kopf bis zur Rückenflosse an als bei den Abkömmlingen der Karpfenmännchen (Abb. 1). Die Unterschiede bei der Körperhöhe zwischen der einen und der anderen Gruppe der Mischlinge betrug im Mittel kaum 0,5% zu Gunsten der Population nach den Karauschenmännchen.

Die Augenpupille der Mischlinge war dunkelblau; bei der überwiegenden Zahl der Nachkommen von Karauschenmännchen war dieselbe kleiner und erinnerte an die Pupille der Karauschen, bei der Mehrzahl der von Karpfenmännchen abstammenden Mischlingen war dieselbe grösser und eher der Karpfepupille ähnlich.

Die Körperfarbe der Rückkreuzungs-Mischlinge beider Populationen war metallisch-messingfarbig (dunkler bei den Nachkommen von Karpfenmännchen), der Rücken war dunkler als die Körperseiten, der Bauch hellgoldig.

Das Schuppenkleid war bei der Mehrzahl der Mischlinge beider Populationen geschlossen und regelmässig (Abb. 1); es fanden sich aber auch Fische mit unregelmässig geschlossenem oder Lücken aufweisenden Schuppenkleid, besonders oberhalb der Seitenlinie. Unter den 100 untersuchten Exemplaren nach den Karauschenmännchen hatten 12 Fische eine unregelmässige Schuppenanlage, 7 Stück wiesen kleine Lücken auf, besonders oberhalb der Seitenlinie (Abb. 1). Unter den 100 von Karpfenmännchen abstammenden Fischen besaßen 18 unregelmässige Schuppenanlage, 11 Fische wiesen Lücken auf (Abb. 1). An der Seitenlinie sowie an den Körperseiten der Fische beider Populationen wurden Schuppen mit verschiedenem Durchmesser (grössere und kleinere) sowie Schuppen von verschiedener Form und Zeichnung festgestellt (Abb. 2—4). Einige Schuppen ähnelten in ihrem Aussehen und ihrer Zeichnung denen der Karpfen, andere wiederum jenen der Karauschen und noch andere nahmen eine Mittelstellung ein. Die Ähnlichkeit war besonders am gezahnten Schuppenrand der Kaudalseite sowie an der Verteilung und an der Anzahl der Radialstrahlen feststellbar. Selbstverständlich, überwogen bei den Nachkommen der Karauschenmännchen Schuppen die den Karauschenschuppen ähnlich waren, dagegen bei den Mischlingen nach Karpfenmännchen waren Schuppen die an Karpfenschuppen erinnerten.

Meristische Merkmale

Die Schuppenzahl an der Seitenlinie der Rückkreuzungs-Mischlinge aus dem Teich Księżok Mały I schwankte von 32 bis 38 und bei Fischen aus dem Teich II zwischen 33 und 38 (Tabelle IV). In der ersten Gruppe

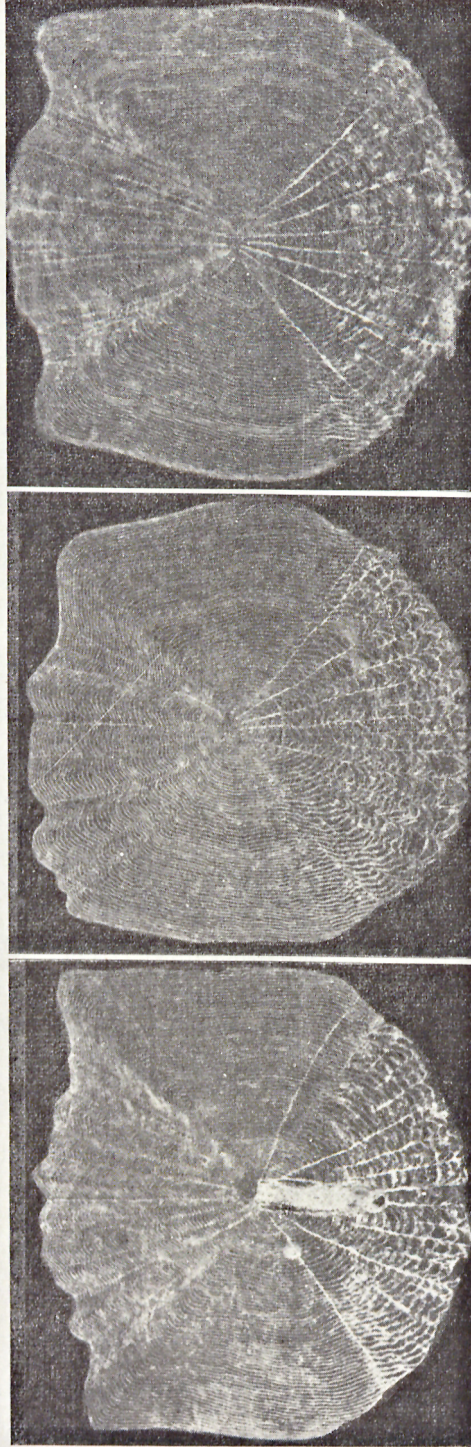


Abb. 2. Schuppen der Rückkreuzungs-Mischlinge (♀ Mischling × ♂ *Cyprinus carpio* L.) von verschiedener Gestaltung und Zeichnung.
Aufnahme: J. Starmach

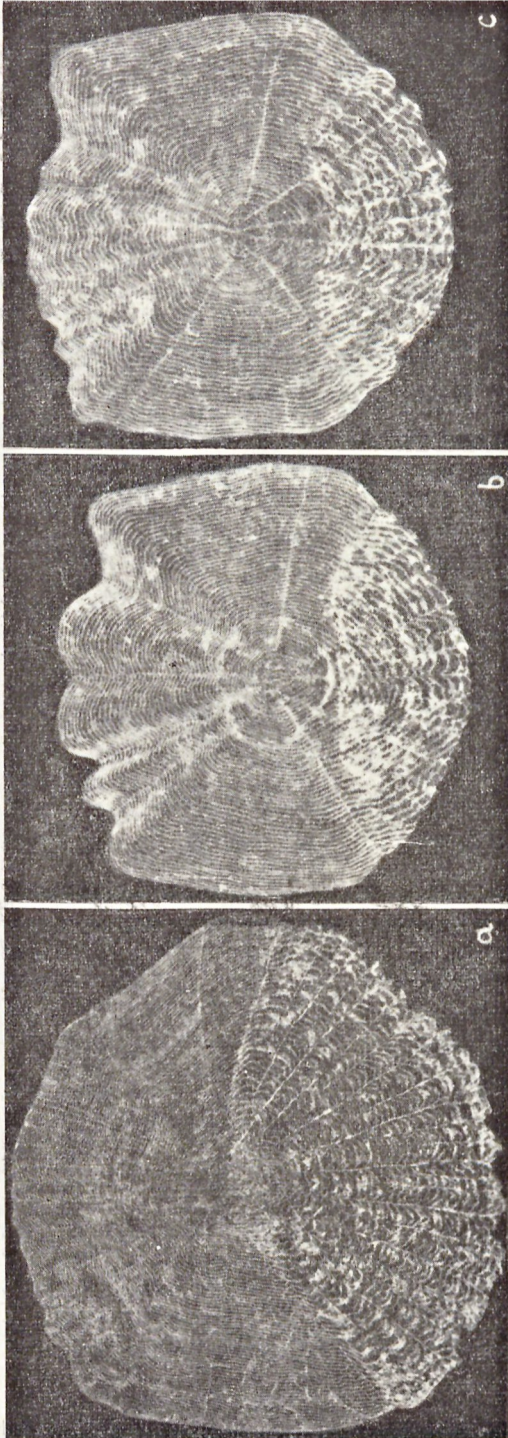


Abb. 3. Schuppen der Rückkreuzungs-Mischlinge von verschiedener Gestaltung und Zeichnung: a — ♀ Mischling × ♂ *Cyprinus carpio* L. b und c — ♀ Mischling × ♂ *Carrassius carassius* L. Aufnahme: J. Starmach.

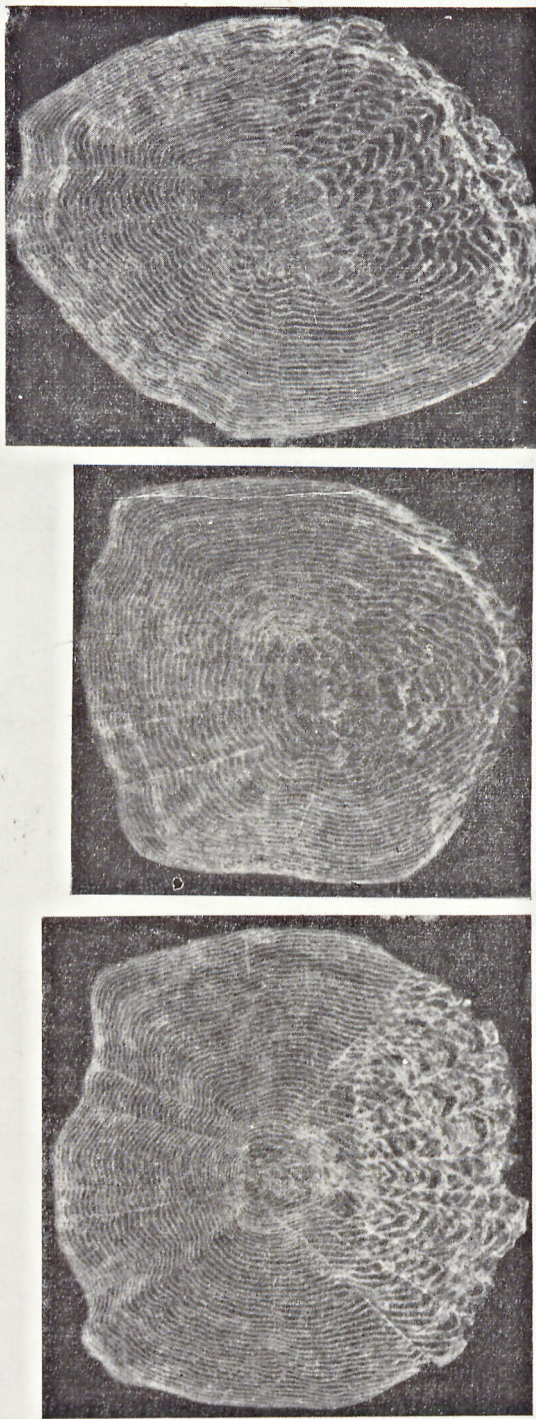


Abb. 4. Schuppen der Rückkreuzungs-Mischlinge (♀ Mischling × ♂ *Carassius carassius* L.) von verschiedener Gestaltung und Zeichnung. Aufnahme: J. Starmach.

wurden am häufigsten 35 Schuppen und bei der zweiten Gruppe 36 Schuppen festgestellt. Bei den Mischlingen von den Karpfenmännchen war die Anzahl der Schuppen an der Seitenlinie beständiger, was in einem etwas niedrigerem Variationskoeffizient (3,27) zum Ausdruck kam. Die Anzahl der Schuppenreihen oberhalb der Seitenlinie schwankte bei den Rückkreuzungs-Mischlingen von Karauschenmännchen zwischen 5 und 7, bei

Tabelle IV. Anzahl der Schuppen an der Seitenlinie und Anzahl der Schuppenreihen ober und unterhalb der Seitenlinie bei Rückkreuzungs-Mischlingen.

| Anzahl der Schuppen | | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | N | Ma | σ | V |
|---------------------------|-----------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-------|-------|------|
| Anzahl der Fische | Księżok Mały I | 1 | 5 | 16 | 40 | 19 | 16 | 3 | 100 | 35,31 | 1,566 | 4,44 |
| | Księżok Mały II | 1 | 10 | 21 | 32 | 25 | 11 | | 100 | 36,03 | 1,179 | 3,27 |
| Anzahl der Schuppenreihen | | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | |
| Anzahl der Fische | Księżok Mały I | Ober der Seitenlinie | - | 58 | 41 | 1 | | | 100 | 5,43 | 0,515 | 9,48 |
| | | Unter der Seitenlinie | - | 25 | 75 | | | | 100 | 5,75 | 0,433 | 7,53 |
| | Księżok Mały II | Ober der Seitenlinie | 1 | 84 | 15 | | | | 100 | 5,14 | 0,375 | 7,30 |
| | | Unter der Seitenlinie | - | 67 | 33 | | | | 100 | 5,33 | 0,470 | 8,82 |

den Mischlingen aus dem Teich Księżok Mały II von 4 bis 6 Reihen (Tabelle IV). Am häufigsten wurden bei beiden Gruppen der Mischlinge 5 Schuppenreihen festgestellt, aber in der ersten Population trat dies bei 58%, in der zweiten sogar bei 84% auf.

Unterhalb der Seitenlinie betrug die Anzahl der Schuppenreihen bei beiden Populationen 5 bis 6, wobei die Mischlinge nach den Karauschenmännchen am häufigsten 6 Schuppenreihen (bei 75% der Fische) und die Mischlinge nach den Karpfenmännchen meistens 5 Schuppenreihen (bei 67%) aufwiesen.

Die Unregelmässigkeit in der Schuppenanlage war bei einigen Fischen mit einer teilweisen Deformierung der Flossen verbunden. Bei den Mischlingen von Karauschenmännchen wurde am häufigsten Deformierung der Bauchflosse (bei 4%), ferner der Brustflosse (bei 3%) festgestellt. Deformierung der After-, Rücken- und Schwanzflosse wurde nur bei einzelnen Fischen dieser Population bemerkt. Unter den Mischlingen von Karpfenmännchen wurde Deformierung der Flossen bloss bei 2 Fischen von 100 untersuchten beobachtet, in beiden Fällen waren es die Bauch- und Schwanzflossen.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen für die Strahlen der Rücken- und Afterflossen beziehen sich auf die weichen, verzweigten Strahlen, wobei bemerkt werden muss, dass die beiden letzten, manchmal bis auf die Basis verästelten, Strahlen der Rücken- und Afterflossen als ein Strahl gezählt wurden. Die Hartstrahlen (3 bis 4 in der Rückenflosse und 2 bis 3 in der Afterflosse) wurden bei der statistischen Berechnung nicht berücksichtigt. Die Anzahl der weichen Strahlen der Rückenflossen schwankte bei den Mischlingen von Karpfenkarauschen-Weibchen und

Karauschenmännchen (Teich Księżok Mały I) zwischen 16 und 19 Strahlen; bei den Mischlingen von Karpfenkarauschen-Weibchen und Karpfenmännchen (Teich Księżok Mały II) zwischen 16 und 20 Strahlen (Tabelle V). Bei beiden Populationen waren in der Rückenflosse am häufigsten 18 Weichstrahlen, ferner 17 oder 16, nur bei einzelnen Fischen der beiden Gruppen wurden 19 Strahlen gezählt und 20 Strahlen bei 3 Fischen von 100 aus der Population nach den Karpfenmännchen.

Tabelle V. Anzahl der weichen Flossenstrahlen bei Rückkreuzungs-Mischlingen

| Anzahl der Strahlen | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | N | Ma | ♂ | V | |
|---------------------|-----------------|------------|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|-------|-------|-------|
| Anzahl der Fische | Księżok Mały I | dorsalis | | | | | | | | | | 9 | 25 | 64 | 2 | 100 | 17,59 | 0,680 | 3,87 | |
| | | pectoralis | | | | | | | | | 3 | 12 | 83 | 2 | | 100 | 16,84 | 0,484 | 2,87 | |
| | | ventralis | | | | 4 | 73 | 23 | | | | | | | | 100 | 9,19 | 0,484 | 5,26 | |
| | | analis | 7 | 82 | 11 | | | | | | | | | | | 100 | 6,04 | 0,422 | 6,99 | |
| | | caudalis | | | | | | | | | | | | | 98 | 2 | 100 | 19,02 | 0,140 | 0,74 |
| | Księżok Mały II | dorsalis | | | | | | | | | | 10 | 16 | 65 | 6 | 3 | 100 | 17,76 | 0,826 | 4,65 |
| | | pectoralis | | | | | | | | 1 | 8 | 20 | 69 | 2 | | | 100 | 16,63 | 0,702 | 4,22 |
| | | ventralis | | | | 2 | 47 | 51 | | | | | | | | | 100 | 9,49 | 0,538 | 5,67 |
| | | analis | 44 | 52 | 4 | | | | | | | | | | | | 100 | 5,60 | 0,566 | 10,11 |
| | | caudalis | | | | | | | | | | | | 1 | - | 95 | 4 | 100 | 19,02 | 0,282 |

Die Anzahl der Strahlen in der Brustflosse wies, ähnlich wie bei der Rückenflosse, eine grössere Variabilität bei den Rückkreuzungs-Mischlingen nach den Karpfenmännchen auf. Am häufigsten wurden bei beiden Populationen 17 Strahlen in der Brustflosse gezählt.

Die Variationsbreite für die Anzahl der Bauchflossen-Strahlen war bei beiden Populationen gleich (8—10 Strahlen). Bei den Nachkommen von Karauschenmännchen waren am häufigsten 9 Strahlen (bei 73% der Fische), ferner 10 Strahlen (bei 23%), 8 Strahlen vermerkte man bloß bei 4 von 100 untersuchten Mischlingen. Bei den Nachkommen von den Karpfenmännchen waren am häufigsten 10 Strahlen (bei 51% Fischen), ferner 9 Strahlen (bei 47%); 8 Strahlen besaßen bloß 2 von 100 untersuchten Mischlingen.

Die Afterflosse hatte bei beiden Populationen 5 bis 7 weiche, verzweigte Strahlen, am häufigsten 6 Strahlen. Unter den 100 untersuchten Mischlingen nach den Karauschenmännchen hatten sogar 82% je 6 weiche Strahlen in der Afterflosse, bei 11 Fischen waren es 7 Strahlen und nur bei 7 Fischen 5 Strahlen. Unter den 100 Mischlingen von den Karpfenmännchen hatten nur 52 Fische je 6 verzweigte Strahlen, 44 Fische je 5 Strahlen und 4 Stück 7 Strahlen.

Am meisten konstant war die Anzahl der Strahlen in der Schwanzflosse der Rückkreuzungs-Mischlinge; dies bezieht sich auf die langen, verzweigten Strahlen. Ausser diesen befinden sich in der Schwanzflosse kurze, nicht verzweigte Strahlen zu beiden Seiten des Schwanzansatzes, welche hier nicht berücksichtigt wurden. Die überwiegende Mehrzahl

beider Populationen besass je 19 Strahlen in der Schwanzflosse. Es kamen auch Fische mit 20 Strahlen vor. Bei einem Fisch aus dem Teich Księżok Mały II befanden sich in der Schwanzflosse 17 Strahlen, es war dies aber eine teilweise deformierte Flosse.

Bei den Mischlingen nach den Karpfkarauschen-Weibchen und den Karauschenmännchen konnte man eine geringere Anzahl von Reusendornen auf dem ersten Kiemenbogen und eine kleinere Variationsbreite

Tabelle VI. Anzahl der Reusendorne am ersten Kiemenbogen und Anzahl der Wirbeln im Rückgrat der Rückkreuzungs-Mischlinge

| Anzahl der Reusendorne | | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | II | Ma ^v | ♂ | V |
|------------------------|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----------------|-------|------|
| Anzahl der Fische | Księżok Mały I | 1 | 6 | 13 | 16 | 27 | 19 | 15 | 1 | 2 | | | 100 | 25,96 | 1,606 | 6,26 |
| | Księżok Mały II | | 3 | 3 | 5 | 35 | 20 | 18 | 7 | 4 | 3 | 2 | 100 | 27,00 | 1,761 | 6,52 |
| Anzahl der Wirbeln | | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | | | | | | | | |
| Anzahl der Fische | Księżok Mały I | 8 | 26 | 29 | 28 | 8 | 1 | | | | | | 100 | 34,05 | 1,126 | 3,31 |
| | Księżok Mały II | 1 | 3 | 34 | 39 | 16 | 6 | 1 | | | | | 100 | 34,88 | 1,013 | 2,90 |

feststellen als bei den Nachkommen der Spiegelkarpfen-Männchen. Die Variationskoeffizienten waren jedoch ähnlich und der Unterschied betrug bloß 0,26% (Tabelle VI).

Bei den Mischlingen aus dem Teich Księżok Mały I wurden am häufigsten 33 bis 35 Wirbeln im Rückgrat vorgefunden und bei den Mischlingen aus dem Teich Księżok Mały II waren es 34 bis 36 Wirbeln (Tabelle VI). Für die Population nach den Karauschen-Männchen war das arithmetische Mittel für die Wirbelanzahl etwas geringer (34,05) als für die Population nach den Karpfenmännchen (34,88); die Standardabweichung und der Variationskoeffizient dagegen verhielten sich umgekehrt.

Der Wert für den empirischen Koeffizienten t' im Vergleich zu dem theoretischen Koeffizienten t_{05} , berechnet nach der Methode von Student für 10 meristische Merkmale beider Population der Rückkreuzungs-Mischlinge, ergab Unterschiede bei 8 Merkmalen (Tabelle VII). Eins von den Merkmalen, nämlich die Zahl der Rückenflossenstrahlen (*numerus radiorum pinnae dorsalis*), wies keine wesentlichen Unterschiede auf; für die Zahl der Strahlen in der Schwanzflosse (*numerus radiorum pinnae caudalis*) wurde überhaupt kein Unterschied festgestellt. Für einige der meristischen Merkmale wie: Anzahl der Schuppenreihen unterhalb der Seitenlinie (*squamae infra lineam transversalem*), Anzahl der Strahlen in der Afterflosse (*numerus radiorum pinnae analis*) und Anzahl der Wirbeln im Rückgrat (*numerus vertebrarum*) war der empirische Koeffizient t' sehr hoch und nur etwas niedriger für folgende Merkmale: Anzahl der Schuppenreihen oberhalb der Seitenlinie (*squamae supra lineam transversalem*), Anzahl der Flossenstrahlen in der Bauchflosse (*numerus radio-*

rum pinnae ventralis) und Anzahl der Reusendorne auf den ersten Kiemebogen (*numerus spinarum branchialium*).

Auf die Anordnung der Schlundzähne der Rückkreuzungs-Mischlinge hatte deutlichen Einfluss die Artzugehörigkeit des Vätertieres. Die Nachkommen aus der Kreuzung zwischen den Mischlingsweibchen und den Karauschenmännchen besaßen die, den Karauschen entsprechende, einreihige Zahnordnung 4—4. Viel seltener wurde die zweireihige Anordnung 1.4—4.1, wie sie am häufigsten bei der ersten Generation der Misch-

Tabelle VII. Empirischer Koeffizient (t') für meristische Merkmale der Rückkreuzungs-Mischlinge aus den Teichen Książek Mały I und Książek Mały II.

| Theoretischer Koeffizient t_{05} | 1,982 |
|---------------------------------------|-------|
| Squamae, linea lateralis | 3,673 |
| Squamae, linea transversalis superior | 4,553 |
| Squamae, linea transversalis inferior | 6,573 |
| Numerus radiorum pinnae dorsalis | 1,589 |
| Numerus radiorum pinnae pectoralis | 2,471 |
| Numerus radiorum pinnae ventralis | 4,167 |
| Numerus radiorum pinnae analis | 6,232 |
| Numerus radiorum pinnae caudalis | 0,000 |
| Numerus spinarum branchialium | 4,364 |
| Numerus vertebrarum | 5,482 |

linge auftrat, beobachtet. Sehr wenig Exemplare hatten eine dreireihige Anordnung 1.1.3—3.1.1, wie sie für Karpfen typisch ist. Vereinzelt fanden sich noch andere Formeln: 1.3—3.1.1, 1.1.3—3.1 oder 1.4—4, 4—4.1, 1.4—4.2, 1.2.3—4.1, 1.4—3, oder 2.3—4.1, 3—4.1, 2.3—3.1.

Bei den Nachkommen aus der Kreuzung zwischen den Mischlingsweibchen und den Karpfenmännchen wurde meistens eine Anordnung der Schlundzähne festgestellt, wie sie für Karpfen typisch ist, nämlich 1.1.3—3.1.1 oder ähnlich 1.2.3—3.1.1, 1.1.4—3.1.1, oder 1.2.3—4.1, 2.4—3.1.1. Auch bei dieser Gruppe der Mischlinge wurde ziemlich selten eine zweireihige Anordnung 1.4—4.1 und noch seltener eine einreihige 4—4 verzeichnet. Ferner wurden vereinzelt noch andere Kombinationen der Zahnordnung angetroffen, wie z. B.: 2.4—3.2, 2.4—4.2, 1.4—3.1, 1.1.4—4.1 oder 1.3—4.2, 1.3—3.1.

Besprechung und Zusammenfassung

Ein Grossteil der Karpfkarauschen-Weibchen besaß gut entwickelte Gonaden und in natürlichen Verhältnissen, ohne Hypophysierung, kam es zum Ablaichen mit den Männchen der beiden Fischarten. Bei einigen der Karpfkarauschen-Männchen wurden auch gut entwickelte Gonaden

festgestellt, aber — im Gegensatz zu den Weibchen — kam es, trotz mehrfachen Proben mit Karpfkaruschen-Weibchen sowie mit Weibchen der Elternarten, niemals zum Laichen. Weibchen mit gut entwickelten Gonaden wurden auch von Siebold (1863) sowie Knauth (1901), der Karpfkaruschen in Teichen züchtete, festgestellt.

Nikoljukin (1952) kreuzte Weibchen der Mischlinge mit Männchen der Karpfen und erhielt Nachkommenschaft, welche — ähnlich wie bei den hier beschriebenen Rückkreuzungsmischlingen — recht guten Zuwachs aufwies.

Die hier beschriebenen biometrischen Untersuchungen zweier Populationen von Rückkreuzungs-Mischlingen, welche in gleichen Lebensverhältnissen aufgewachsen waren, gestattet es festzustellen, dass das Wachstum dieser Mischlinge in grossem Masse von der Artzugehörigkeit des zur Kreuzung benützten Vatertieres abhängt. Im allgemeinen kann man feststellen, dass der Zuwachs geringer war als der Zuwachs der Karpfen, aber besser als der Zuwachs der Karuschen — ähnlich wie dies bei der ersten Generation der Karpfkaruschen beschrieben worden war (Martyshev 1954, Lieder 1955, Kiselov 1958, Skóra 1962, 1965, Rudziński und Skóra 1963). Der durchschnittliche Zuwachs der einjährigen Rückkreuzungs-Mischlinge nach Karpfkaruschen-Weibchen und Karpfen-Männchen, welchen Nikoljukin (1952) beschrieben hat, entsprach dem Zuwachs der hier beschriebenen Rückkreuzungs-Mischlinge aus Mischlingsweibchen und Karuschenmännchen; derselbe war jedoch um fast 50% geringer als der Zuwachs der, in den Teichen von Landek gezogenen, einjährigen Rückkreuzungs-Mischlinge aus Mischlingsweibchen und Karpfenmännchen.

Die Artzugehörigkeit des Vatertieres übte auch grossen Einfluss auf die Anordnung der Schlundzähne aus. Diese war sehr veränderlich und unterschied sich deutlich von der Zahnordnung der ersten Mischlingsgeneration, bei denen hauptsächlich die zweireihige Anordnung 1.4—4.1 festgestellt worden war (Nikoljukin 1952, Lieder 1955, Kiselov 1958).

Der Einfluss des Vatertieres auf die übrigen biometrischen und meristischen Merkmale der Rückkreuzungs-Mischlinge war unzweifelhaft jedoch nicht so ausgesprochen, wie bei den oben beschriebenen Merkmalen.

Bei dem Vergleich der, auf die Körperlänge bezogenen, Körpermasse der Rückkreuzungs-Mischlinge mit den Massen der ersten Mischlingsgeneration (Skóra 1962 und 1963) kann man feststellen, dass bei den Rückkreuzungs-Mischlingen die Kopflänge, Schwanzflossenlänge, die Vorderrückenlänge und die Körperhöhe etwas grösser, dagegen die Stirnbreite etwas kleiner waren.

Beide Populationen der Rückkreuzung besaßen an der Ober- und Unterlippe Bärteln, ähnlich wie bei Mischlingen der ersten Generation, welche Heuschmann (1938), Lieder (1955), Kiselov (1958),

Skóra (1962 und 1965) und andere beschrieben hatten; jedoch auch hier war der Einfluss des Karpfenmännchen gross, besonders was die Länge und Dicke der Bärteln betrifft, ähnliche Bärteln besaßen auch die Rückkreuzungs-Mischlinge, welche Nikoljukin (1952) untersucht hatte.

Die Beschuppung der besprochenen Rückkreuzungs-Mischlinge war geschlossen, so wie es Nikoljukin (1952) bei Rückkreuzungs-Mischlingen feststellte. Bei einer geringen Anzahl von Fischen waren die Lücken im Schuppenkleid klein und ähnelten den Lücken, der ersten Mischlingsgeneration aus Karauschenweibchen und Spiegelkarpfen-Männchen, die in einem früheren Elaborat (Skóra 1965) beschrieben wurden. Zeilenbeschuppung, wie sie Lieder (1957) bei Mischlingen der ersten Generation vorfand, wurden nicht beobachtet.

Die Beschuppung, Anzahl der Schuppen an der Seitenlinie, Anzahl der Schuppenreihen ober- und unterhalb der Seitenlinie, Anzahl der Flossenstrahlen, Anzahl der Reusendorne am ersten Kiemenbogen und die Anzahl der Wirbeln unterschieden sich bei den Rückkreuzungs-Mischlingen grundsätzlich nicht von den Mischlingen der ersten Generation, welche untersucht hatten: Nikoljukin (1952), Lieder (1955), Kiselov (1958), Skóra (1962 und 1965), Rudziński und Skóra (1963) und andere.

Charakteristisch ist jedoch eine weit grössere Variabilität fast aller biometrischen Körpermasse beider Populationen der Rückkreuzungs-Mischlinge im Vergleich zu den entsprechenden Körpermassen der ersten Mischlingsgeneration, wie sie vorher beschrieben worden waren (Skóra 1962 und 1965).

Zusammenfassend kann festgestellt werden: der genetive Einfluss des Vätertieres bekundete sich deutlich im Zuwachs und in einigen meristischen Merkmalen, dagegen war dieser Einfluss auf Körpergestaltung beider Populationen nicht deutlich bemerkbar.

STRESZCZENIE

Badania zostały przeprowadzone w dwóch kompleksach stawów Mnich i Landek w Zespole Ochaby Zakładu Biologii Wód PAN (powiat Bielsko). Miały one na celu stwierdzenie, czy samice mieszańców karpiokarasia (♀ *Cyprinus carpio* L. ♂ *Carassius carassius* L.), u których stwierdzono dobrze wykształcone gonady, są płodne i zdolne do wytarcia się z samcami obydwóch gatunków rodzicielskich, a następnie poznanie kierunku rozwoju poszczególnych cech morfologicznych i merystycznych oraz zmienności tych cech u obu populacji potomnych w zależności od gatunku użytych do krzyżowania samców.

Wpuszczone wiosną 1964 r. do dwóch tarlisk w kompleksie Mnich samice karpiokarasia wytarły się z samcami karasia pospolitego oraz z samcami karpia lustrzenia i dały potomstwo.

Wycier po samicach mieszańca i samcach karpia lustrzenia został w dniu 6 czerwca odłowiony z tarliska i w liczbie około 15 000 sztuk został wpuszczony do

stawu Księżok Mały II w gospodarstwie Landek. Wycier po samicach mieszańca i samcach karasia pospolitego odłowiono z tarliska w dniu 8 czerwca i również w liczbie 15 000 sztuk wpuszczono do stawu Księżok Mały I położonego obok Księżoka Małego II również w gospodarstwie Landek. Do hodowli obydwu populacji mieszańców zwrotnych wybrano stawy położone obok siebie, mające podobną powierzchnię i warunki środowiskowe, aby stworzyć jak najbardziej zbliżone warunki hodowli dla obu grup mieszańców zwrotnych. W stawach mieszańce hodowano wraz z karpem handlowym (tabela I).

Z każdej z tych populacji mieszańców zwrotnych wydzielono losowo po 100 ryb do opracowania i porównania tych dwu grup.

Na podstawie badań stwierdzono wyraźny wpływ krzyżówki zwrotnej na wzrost, zależnie od gatunku użytego do krzyżowania samca (tabela II). Potomstwo samców karpia lustrzenia wykazywało średnio 2 razy większy wzrost niż potomstwo mleczaków karasia pospolitego, chociaż warunki środowiskowe w stawach były bardzo podobne.

Rozpatrując zmienność wymiarów bezwzględnych ciała obu populacji można zauważyć, że prawie wszystkie cechy — z wyjątkiem dwu (*longitudo pinnae C media*, *longitudo basis D*) — wykazały większą zmienność w krzyżówce zwrotnej z karpem. Wprawdzie różnice te dla cech morfologicznych nie były duże, wynosiły bowiem od 0,75 do 10,12% (średnio 3,78%), ale występowały stale, co jest zjawiskiem bardzo charakterystycznym. Różnica zmienności ciężarów ciała była bardzo duża — wynosiła 22,65% na korzyść ciężaru średniego potomstwa samców karpia. U mieszańców zwrotnych uwidocznił się więc wpływ gatunkowy, gdyż karaś pospolity rośnie wolniej od karpia. Potwierdza to analiza istotności różnic, prawie bowiem wszystkie cechy (z wyjątkiem *longitudo pinnae C media*) wykazywały istotne różnice statystyczne (tabela III), potwierdza to zatem fakt dziedziczenia wzrostu po samcach karpia, mających genetycznie uwarunkowany wzrost szybszy niż u karasia.

Drugim bardzo charakterystycznym zjawiskiem była stałość cech morfologicznych w obu populacjach potomnych. Porównując wymiary 28 cech morfologicznych obu populacji przedstawione w procentach długości ciała, stwierdza się duże ich podobieństwo. Zmienność tych wskaźników była również bardzo podobna, co wskazuje na stałość kształtu u obu populacji, niezależnie od gatunku samca użytego do krzyżówki zwrotnej.

Współczynniki odżywienia były prawie identyczne (potomstwo samców karpia miało współczynnik 2,26, a potomstwo samców karasia pospolitego 2,23).

Ułuszczeniem i budową zewnętrzną narybek krzyżówek zwrotnych przypominał narybek mieszańców pierwszego pokolenia.

Przeważająca większość osobników populacji obu krzyżówek zwrotnych karpio-karasia miała po 4 wąsy: 2 dłuższe na wardze dolnej i 2 nieco krótsze na wardze górnej. Wąsy u ryb z krzyżówek zwrotnych były dłuższe i grubsze niż u przedstawicieli pierwszego pokolenia, u których przypominały raczej wąsy karpia.

Linia grzbietu mieszańców zwrotnych pochodzących od samca karasia pospolitego podnosiła się bardziej stromo od czoła ku płetwie grzbietowej niż u mieszańców zwrotnych wywodzących się od samca karpia lustrzenia (ryc. 1). Średnia różnica wysokości ciała pomiędzy jedną a drugą grupą mieszańców zwrotnych wynosiła zaledwie 0,5% na korzyść populacji wywodzącej się od samca karasia.

Żrenica oka mieszańców zwrotnych była granatowa; u przeważającej liczby osobników wywodzących się od samców karasia była mała i przypominała żrenicę oka karasia pospolitego, a u większości osobników wywodzących się od samców karpia była duża i podobna raczej do żrenicy karpia.

Barwa mieszańców zwrotnych obu populacji była metalicznomosiężna (ciemniejsza u potomstwa samców karpia), grzbiet ciemniejszy niż boki, brzuch jasnozielony.

Ułuszczenie mieszańców obydwu badanych populacji było zwarte i regularne u przeważającej liczby osobników (ryc. 1), ale spotykało się też egzemplarze o ułuszczeniu zwartym i nieregularnym lub też wykazujące niewielkie luki pomiędzy łuskami, szczególnie powyżej linii nabocznej. Na linii nabocznej narybku badanych populacji, jak również na bokach ciała stwierdzono występowanie łusek o różnej średnicy (mniejsze i większe) oraz łuski o różnym wyglądzie i rysunku (ryc. 2—4). Jedne z nich swym wyglądem i rysunkiem przypominały łuski karpia, inne — łuski karasia pospolitego, a jeszcze inne miały charakter pośredni.

Liczba łusek na linii nabocznej mieszańców zwrotnych ze stawu Księżok Mały I wahała się od 32 do 38, a u ryb ze stawu Księżok Mały II od 33 do 38 (tabela IV). U mieszańców zwrotnych wywodzących się od samców karasia pospolitego liczba rzędów łusek nad linią naboczną wahała się od 5 do 7, a u mieszańców ze stawu Księżok Mały II od 4 do 6 rzędów (tabela IV). Pod linią naboczną liczba rzędów łusek u obu populacji wynosiła od 5 do 6.

Z nieregularnym rozmieszczeniem łusek u niektórych osobników związana była częściowa deformacja płetw. Deformacji ulegały najczęściej płetwy brzuszne, a następnie płetwy piersiowe.

W płetwie grzbietowej obydwu populacji mieszańców występowały 3—4 promienie twarde nierozgałęzione, a w płetwie odbytovej 2—3 promienie twarde. Liczba promieni rozgałęzionych w płetwie grzbietowej u narybku karpiokarasia po samicach mieszańców i samcach karasia pospolitego wahała się od 16 do 19, a u narybku po samicach mieszańców i samcach karpia lustrzenia od 16 do 20 promieni (tabela V).

Liczba promieni w płetwie piersiowej, podobnie jak i w płetwie grzbietowej, wykazywała nieco większy zakres wahań u mieszańców zwrotnych po samicach karpia (tabela V). Najczęściej u obu populacji występowało 17 promieni miękkich w płetwach piersiowych.

Rozpiętość wahań liczby promieni w płetwach brzusznych obu populacji była jednakowa od 8 do 10 promieni (tabela V).

W płetwie odbytovej mieszańców zwrotnych obu populacji badanych występowało 5 do 7 promieni miękkich rozgałęzionych, a najczęściej obserwowano 6 promieni (tabela V).

Najbardziej stała była liczba promieni w płetwie ogonowej mieszańców zwrotnych (tabela V). Przeważająca liczba mieszańców zwrotnych obydwu populacji badanych miała po 19 promieni w płetwie ogonowej.

U krzyżówki po samicach mieszańców i samcach karasia pospolitego stwierdzono średnio mniejszą liczbę wyrostków filtracyjnych na pierwszych łukach skrzelowych i mniejszy zakres wahań niż u mieszańców zwrotnych po samicach mieszańców i samcach karpia (tabela VI).

W kręgosłupie mieszańców zwrotnych ze stawu Księżok Mały I spotykano od 33 do 35 kręgów, a w kręgosłupie mieszańców zwrotnych ze stawu Księżok Mały II od 34 do 36 kręgów (tabela VI).

Wartość współczynnika empirycznego t' porównana z wartością współczynnika teoretycznego t_{05} , obliczonego metodą Studenta dla 10 cech merystycznych obu krzyżówek zwrotnych karpiokarasia ze stawu Księżok Mały I i Księżok Mały II, wykazała istotne różnice aż w 8 cechach (tabela VII).

Na układ zębów gardłowych u krzyżówek zwrotnych bardzo duży wpływ miał dobór gatunku samca użytego do krzyżowania. Samice mieszańców skrzyżowane z samcami karasia pospolitego dały potomstwo, którego przeważająca liczba osobników miała układ zębów jednoszeregowy identyczny jak u karasia pospolitego 4—4. Samice mieszańców skrzyżowane z samcami karpia dały natomiast potomstwo, u którego większość osobników miała układ zębów gardłowych odpowiadający układowi występującemu u karpia 1.1.3—3.1.1 lub zbliżony, jak 1.2.3—3.1.1, 1.1.4—3.1.1.

LITERATURA

- Heuschmann O., 1938. Karausche, *Carassius carassius* L. und Giebel, *Carassius auratus gibelio* (Bloch). Zeitschr. f. Fischerei, 36, 249—285.
- Kiselov I. V., 1958. Gibridi stavkovich rib z rodini koropovich. Kiev, Vid. Akad. Nauk URSR.
- Knauthe K., 1901. Die Karpfenzucht. Neudamm, Neumann.
- Lieder U., 1955. Die Karpfkarausche. Deutsche Fischerei-Ztg., 3, 80—84.
- Lieder U., 1957. Die Ergebnisse der im Jahre 1956 durchgeführten Karpfen-Karauschen Kreuzungen. Zeitschr. f. Fischerei, NF, 6, 283—299.
- Martyšev F. G., 1954. Biotechnika prudovego rybovodstva. Moskva, Gos. Izdat. Sov. Nauka.
- Nikoljukin N. J., 1952. Mezvidovaja gibrizacija ryb. Saratov, Saratov. Otdel. Kasp. Fil. VNIRO.
- Rudziński E., Skóra S., 1963. Dziedziczenie cech rodzicielskich u karpiokarasia — Die Beerbung einiger Elternmerkmale durch den Mischling Karpfkarausche. Acta Hydrobiol., 5, 343—352.
- Siebold C. Th. E., 1863. Die Süßwasserfische von Mitteleuropa. Leipzig. Engelmann.
- Skóra S., 1962. Karpiokaraś hodowany w stawach — Die Karpfkarausche und ihre Zucht in Teichen. Acta Hydrobiol., 4, 245—266.
- Skóra S., 1965. Charakterystyka dwóch populacji karpiokarasia z gospodarstw stawowych w Golyszu i Landeku — Charakteristik zweier Populationen von Karpfkarauschen aus den Teichwirtschaften Golysz und Landek. Acta Hydrobiol., 7, 329—340.

Adres autora — Anschrift der Verfassers

mgr inż. Stanisław Skóra

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, Kraków, ul. Sławkowska 17.