

Zur Nahrung der Arten *Cottus poecilopus* Heck. und *Cottus gobio* L.

LEOPOLD ORSÁG UND MILOŠ ZELINKA

Eingelaufen 20. 12. 1972

Lehrstuhl für Biologie der Lebewesen und des Menschen, UJEP, Brno

Abstraktum

Im Zusammenhang mit dem allseitigen Studium der Produktionsverhältnisse in den Forellenbächen der Beskiden (Tschechoslowakei), die im Rahmen der IBP geschah, wurde auch die Nahrung von *Cottus poecilopus* Heck. und *Cottus gobio* L. untersucht. Die Arbeit bringt die Ergebnisse der Analyse von 506 Mageninhalten, berichtet über den Jahreszyklus in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Nahrung, vergleicht die Unterschiede der Ernährung zwischen Exemplaren verschiedener Größe und schätzt die Gesamtmenge der während eines Jahres konsumierten Nahrung. In der Diskussion wird auch die Frage der Nahrungskonkurrenz zwischen den beiden *Cottus*-Arten und *Salmo trutta* m. *fario* L. erörtert.

Die Wertung der einzelnen natürlichen Nahrungskomponenten von Fischen, die Feststellung der Konkurrenzbeziehungen und die Wahl der geeignetsten Befischung von Gewässern kann auf gründliche Kenntnisse der Nahrung der in Betracht kommenden Fischarten nicht verzichten. Deshalb sind wir bei der allseitigen hydrobiologischen Erforschung der Forellenbäche in den Beskiden (siehe Zelinka 1969, Kubiček, Libosvářský, Lusk 1972) auch an die Untersuchung der Nahrung von *Cottus poecilopus* Heck. und *C. gobio* L. herangetreten und bringen hier die Übersicht unserer wichtigsten Forschungsergebnisse.

Das Untersuchungsmaterial bestand aus 506 Exemplaren (136 Ex. *Cottus gobio* und 370 Ex. *C. poecilopus*) der Größenordnung 26—120 mm (Tab. 1). Die Fische wurden in drei Forellenbächen der Beskiden im Laufe von drei Jahren regelmäßig jeden Monat erbeutet, so daß wir ein Bild der Zusammensetzung ihrer Nahrung in allen Jahreszeiten erhielten. In den Bächen Brodská und Lušová lebt bloß *Cottus poecilopus*, im Fließchen Dolní Bečva (oberhalb der Gemeinde Dolní Bečva) neben *C. poecilopus* auch *C. gobio*. Mit ihnen besiedelt diese Gewässer nur die Forelle — *Salmo trutta* m. *fario* L. Die Zahl der untersuchten Verdauungsorgane der beiden *Cottus*-Arten in den einzelnen Wasserläufen und Monaten ersieht man aus Tab. 1. Es gab etwas mehr Männchen als Weibchen im Material, doch haben wir die Unterschiede in der Nahrungsaufnahme zwischen den beiden Geschlechtern nicht ermittelt. Zugleich wurde in den genannten Bächen auch eine Benthosforschung vorgenommen (Kubiček, Libosvářský, Lusk 1972, Helan, Kubiček, Losos, Sedlák, Zelinka 1973), so daß man das Verhältnis zwischen den einzelnen Nahrungskomponenten und ihrer Vertretung in der Bodenregion der Gewässer vergleichen und bestimmen kann.

Die nähere Charakteristik der Forellenbäche Brodská und Lušová findet man in den oben erwähnten Arbeiten. Den gleichen Charakter besitzt im großen und ganzen auch die Dolní Bečva, die zu demselben Flußgebiet gehört und von den beiden Bächen etwa 10 km in der Luftlinie entfernt ist. Es handelt sich durchwegs um Flußabschnitte, die man nach Illies

Tab. 1. Übersicht der untersuchten Gesamtzahl von Verdauungsorganen *Cottus poecilopus* Heck. und *C. gobio* L.

Monat	Lušová + Brodská	Dolní Bečva		Gesamtzahl der Exemplare
	<i>Cottus poecilopus</i>	<i>Cottus poecilopus</i>	<i>Cottus gobio</i>	
1	9	12	9	30
2	17	7	6	30
3	32	4	11	47
4	38	5	7	50
5	11	5	20	36
6	19	3	23	45
7	25	1	9	35
8	52	4	7	63
9	22	2	12	36
10	21	2	10	33
11	33	16	19	68
12	21	9	3	33
S	300	70	136	506

Tab. 2. Übersicht der Vertretung der Zoobenthos-Hauptgruppen in den Bächen Brodská und Lušová (jährliche Gesamtdurchschnitte)

Taxon	Abundanz		Biomasse		Produktion		Ø Abundanz in der Nahrung in %
	pro m ²	%	g/m ²	%	g/m ² /Jahr	%	
<i>Trichoptera</i>	305	13,9	4,730	31,7	45,180	38,4	9,4
<i>Ephemeroptera</i>	681	30,9	2,972	19,9	24,875	21,1	24,4
<i>Plecoptera</i>	127	5,8	2,367	15,9	18,972	16,1	4,7
<i>Rivulogammarus</i>	312	14,2	2,921	19,6	12,796	10,9	1,8
<i>Planaria gonocephala</i>	31	1,4	0,666	4,5	5,394	4,6	0
<i>Ancyclus fluviatilis</i>	10	0,5	0,024	0,2	0,194	0,2	0
<i>Chironomidae</i>	247	11,2	0,167	1,1	1,774	1,5	55,7
<i>Hydracarina</i>	33						
<i>Sialis</i>	1						
<i>Ceratopogonidae</i>	1	22,1	1,053	7,1	8,529	7,2	4,0
<i>Simuliidae</i>	28						
<i>Coleoptera</i>	108						
Sonstige	316						
S	2.200	100	14,900	100	117,714	100	100

(1961) als Epirhithron bezeichnen kann. Das Bett ist rein steinig, die auf ein Jahr bezogene mittlere Durchflußmenge beträgt bei den beiden Bächen 160 l/sec., bei der Dolní Bečva 230 l/sec. Die Gewässer wurden von der menschlichen Tätigkeit minimal beeinflußt. Die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Zoobenthos entspricht den bei Gebirgs-Forellenbächen bekannten Verhältnissen und wurde in den zitierten Arbeiten ausführlich behandelt. Hier fügen wir nur einen Gesamtüberblick der durchschnittlichen Frequenz der einzelnen Gruppen bei (Tab. 2); der Vergleich mit der Nahrung der beiden *Cottus*-Arten ist auch aus Tab. 8 ersichtlich.

Die gesammelten Fische fixierten wir nach dem Aufschlitzen in 40%-iger Formaldehydlösung, oder entnahmen ihnen an Ort und Stelle die Verdauungsorgane, die wir in derselben Weise fixierten. Den Inhalt der Verdauungsorgane haben wir nicht gewogen, bemühten uns aber die Zahl der dort vertretenen Individuen der einzelnen Arten so genau als möglich zu erfassen. Das Gewicht der aufgenommenen Nahrung bestimmten wir rückläufig nach dem Durchschnittsgewicht, bzw. nach den Längen-Gewichtskurven der Hauptvertreter des Zoobenthos (vergl. Helan, Kubíček, Losos, Sedlák, Zelinka 1973). Dies bedeutet, daß die Gewichtsdaten die Lebendgewichte der ganzen aufgenommenen Individuen vorstellen.

Ergebnisse

Unterschiede zwischen der Nahrung der beiden *Cottus*-Arten

An der Lokalität Dolní Bečva haben wir insgesamt 70 Mageninhalte von *Cottus poecilopus* und 136 Mageninhalte von *Cottus gobio* untersucht, die

Tab. 3. Vergleich der Nahrungszusammensetzung der beiden *Cottus*-Arten an der Lokalität Dolní Bečva

Nahrungskomponente	<i>C. poecilopus</i> 70 Stück		<i>C. gobio</i> 136 Stück	
	Ø Abundanz in %	Häufigkeit des Vorkommens in %	Ø Abundanz in %	Häufigkeit des Vorkommens in %
<i>Ephemeroptera</i>	42,6	82,3	42,9	82,5
<i>Chironomidae</i>	45,5	77,5	35,6	60,1
<i>Plecoptera</i>	2,2	38,2	7,5	50,0
<i>Trichoptera</i>	5,5	51,4	6,9	41,4
<i>Rivulogammarus</i>	0,5	11,8	1,3	14,5
<i>Simuliidae</i>	0,1	1,5	0,1	1,6
Sonstige Komponenten	3,6	26,5	5,7	26,2
S	100	—	100	—
Ø Zahl der Organismen in einem Verdauungsorgan	24,7		10,3	

Tab. 4. Zusammensetzung der Nahrung der beiden *Cottus*-Arten im Laufe des Jahres (Monatsdurchschnitte der Organismenzahl in einem Verdauungsorgan)

Monat	Ø Zahl der Organismen in einem Verdauungsorgan	davon Ø Zahl:										Ø Gewicht der Organismen in 1 Verdauungsorgan in mg	Davon Gewicht der Chironomidae in mg	
		Chironomidae		Ephemeroptera		Trichoptera		Plecoptera		Gammarus	Simulium			Sonstige
		Insgesamt	Baetis	Insgesamt	Ecdyonurus	Insgesamt	Hydropsyche	Insgesamt	Perlida					
1	14,1	5,3	5,40	5,13	0,16	1,50	0,73	0,97	0,47	0,27	0,57	0,09	109	10,6
2	18,4	9,7	5,17	4,60	0,32	1,77	1,10	0,93	0,13	0,20	0,17	0,46	182	19,4
3	8,7	4,4	1,11	0,83	0,21	1,22	0,52	1,13	0,22	0,33	0,41	0,10	117	8,8
4	15,5	12,0	1,25	0,94	0,21	0,85	0,69	0,77	0,08	0,04	0,15	0,44	75	24,0
5	9,3	2,4	3,81	2,36	1,10	1,53	1,33	1,14	0,55	0,39	0	0,03	110	4,8
6	7,2	0,6	4,78	1,73	1,00	0,89	0,80	0,44	0,16	0,18	0	0,31	91	1,2
7	24,1	22,0	0,91	0,29	0,20	1,06	0,86	0,20	0,17	0,14	0	0	88	44,0
8	7,1	4,1	1,56	1,13	0,19	0,86	0,52	0,16	0,05	0,14	0,08	0,20	67	8,2
9	14,3	7,1	4,1	1,21	0,13	0,74	0,66	0,32	0,04	0,23	0	0	61	23,0
10	9,7	4,0	0,68	0,35	0,03	1,46	1,08	0,32	0,15	0,20	0	3,04	90	8,0
11	19,1	8,6	7,28	6,69	0,16	1,38	0,56	0,47	0,20	0,42	0,01	0,94	133	17,2
12	9,9	3,1	4,86	4,49	0,22	1,54	0,24	0,49	0,22	0,30	0,02	0	93	6,1
Ø	13,1	7,3	3,20	2,48	0,32	1,32	0,76	0,61	0,20	0,24	0,12	0,40	101	14,6

immer am gleichen Tag und gleichen Laufabschnitt erbeutet wurden (Tab. 1). Wie nach der morphologischen Ähnlichkeit der beiden Arten und ihrer übereinstimmenden Lebensweise zu erwarten war, gab es praktisch keine Unterschiede in der qualitativen Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung. Bemerkenswerterweise stellten wir aber bei *Cottus poecilopus* durchschnittlich um mehr als 80 % Nahrung in Bezug auf die Stückzahl und das Gesamtgewicht fest (Tab. 3).

Vergleich der Nahrungsunterschiede an den einzelnen Lokalitäten

Wie wir bereits einleitend erwähnten, stimmen alle drei Wasserläufe, wo die *Cottus*-Arten erbeutet wurden, hinsichtlich des Flußbettcharakters und der physikalisch-chemischen Wassereigenschaften überein. Damit war auch die Identität der Zusammensetzung des Zoobenthos und auch der Nahrung gegeben, wir wollen deshalb im weiteren die einzelnen Lokalitäten nicht auseinanderhalten und kalkulieren mit dem Material als Einheit.

Der Jahreszyklus in der Quantität der aufgenommenen Nahrung

Die Fische nehmen die Nahrung im Laufe des ganzen Jahres mehr oder weniger gleichmäßig auf (Tab. 4). Die größten Gewichtsmengen enthielten die Verdauungsorgane in den Wintermonaten (also vor dem Laichen), die kleinsten im Sommer (raschere Verdauung?). Das Durchschnittsgewicht der Nahrung in einem Magen betrug 0,1 g. Nur in 1 % der Fälle waren die Verdauungsorgane ganz ohne Nahrungsreste. Obwohl die Mückenlarven zahlenmäßig am stärksten vertreten sind, umfassen den größten Gewichtsanteil in der Nahrung der beiden *Cottus*-Arten die *Trichoptera*, dann die *Ephemeroptera*, zusammen mit mehr als 60 Gewichtsprozenten der gesamten aufgenommenen Nahrung (Tab. 8).

Die qualitative Zusammensetzung der Nahrung

Aus der Artenzusammensetzung der aufgenommenen Nahrung geht hervor: Die *Cottus*-Arten sind keineswegs wählerisch, die Artenzusammensetzung ihrer Nahrung ist deshalb sehr bunt und umfaßt den Großteil des Zoobenthos des betreffenden Laufes; die Nahrung wird unmittelbar unter den Steinen (*Hydropsyche*, *Rhyacophila*, *Ecdyonurus*, *Rhithrogena*, *Perla* u. a.), aber auch auf den Steinen (*Chironomidae*, *Simuliidae*) gesucht und zwar vorwiegend im Strom; die Festlandskomponenten der Nahrung sind neglegierbar, nur einmal stellten wir *Lumbricidae* fest. Die Fische bevorzugen zwar bis zu einem gewissen Grad kleinere Bissen (deshalb überwiegen die *Chironomidae*-Larven), es fehlten aber auch nicht die großen Larven der Gattung *Perla* u. a. Die Vertretung der Hauptgruppen des Zoobenthos in der Nahrung von *Cottus poecilopus* Heck. und *C. gobio* L. erkennt man aus Tab. 5. Unter den einzelnen Arten überwiegen meist jene, die zugleich im Benthos am häufigsten vorkommen. Besonders fällt dies bei den *Chironomidae*-Larven auf, bei denen sich Schwankungen der Artenzusammensetzung im Einklang mit dem Benthos äußerten (z. B. *Brillia modesta* im Feber und März, *Rheorthocladius-Trichocladus* sp. und *Diamesa* sp. im April, *Diamesa gaedi* im Juli, *Ablabesmyia* sp. im August, *Trichocladus* sp. und *Diamesa* sp. im November; vergl. auch. Tab. 2).

Unter den *Ephemeroptera*-Larven sind die Vertreter der Gattung *Baetis* in der Nahrung weitaus am häufigsten vertreten, also abermals im Einklang mit ihrer Benthos-Frequenz. Es fehlen aber nicht einmal die Larven weiterer im Wasserlauf lebender Arten, einschließlich der Larven der Gattung *Ecdyonurus*. Ähnlich verhält es sich mit den *Plecoptera*, wo je nach der Häufigkeit des Vorkommens im Benthos die Vertreter der Familie *Leuctridae*, anderswo wieder Angehörige der Familie *Nemuridae* auch in der Nahrung überwiegen. Oft werden Vertreter der Gattung *Perla* auf-

Tab. 5. Vertretung der einzelnen Nahrungskomponenten in den Verdauungsorganen der *Cottus*-Arten

Nahrungskomponente	Abundanz ganzjähriger Durchschnitt in %	Häufigkeit des Vorkommens in %
<i>Chironomidae</i>	55,7	70,8
<i>Ephemeroptera</i>	24,4	63,0
<i>Trichoptera</i>	9,4	53,6
<i>Plecoptera</i>	4,7	37,1
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	1,8	17,8
<i>Sialis</i> + <i>Diptera</i> + <i>Coleoptera</i>	2,3	11,6
<i>Simuliidae</i>	1,6	9,2
Festlandkomponente	0,1	1,0

genommen (Fische einer Länge von 6 cm hatten im Magen bis zu 3 cm große *Perla*-Larven). Unter den *Trichoptera* überwiegen die Larven der Gattung *Hydropsyche*, entsprechend ihrem Vorkommen unter den Bodensteinen aller untersuchten Wasserläufe.

Es äußert sich also eine auffallende Übereinstimmung zwischen der relativen Vertretung der einzelnen Arten (Gattungen) im Benthos und in der Nahrung der beiden *Cottus*-Arten. Eine Ausnahme bildet nur *Gammarus*, der in der Nahrung relativ schwach vertreten ist, ebenso wie die eher am Bachufer lebenden Arten (beispielsweise *Halesus*, *Sericostomatidae*). Die schwache Frequenz von *Gammarus* in der Nahrung (Tab. 2 und 8) erklären wir teilweise durch den Umstand, daß sich die ebenfalls in der Nähe des Ufers lebenden beweglichen Gammariden zwischen schmalen Steinlücken verbergen und für die Fische schwerer zugänglich sind. Ähnliches haben wir auch bei Forellen in Wasserläufen mit reinem Steinboden konstatiert. Dort, wo es eine reiche Wasserpflanzenvegetation gibt, in der sich *Gammarus* aufhält, bildet er eine wichtige Nahrungskomponente der Fische.

Vergleich der Nahrung bei Individuen der beiden *Cottus*-Arten verschiedener Körpergröße

Von einer Art Auslese kann man sprechen, wenn man die Zusammensetzung der Nahrung bei verschiedenen Größengruppen dieser Fische vergleicht (Tab. 6). Sie beruht aber nur darin, daß sich das relative Verhältnis zwischen den großen und kleineren Nahrungskomponenten etwas verschiebt. Wir haben in dieser Hinsicht vier Größengruppen verfolgt und die

Unterschiede erkennt man am besten aus der beigefügten Tabelle 6. Die Menge der *Chironomidae* in der Nahrung sinkt augenscheinlich mit zunehmendem Längenwachstum der Fische, bei den *Ephemeroptera* ist die Lage umgekehrt, ebenso wie bei den großen Arten der *Plecoptera* der Unterordnung *Setipalpia*. Eine geringe Zunahme mit steigender Körpergröße der beiden *Cottus*-Arten beobachtet man auch bei der Anwesenheit großer *Trichoptera*-Larven und in der Nahrung größerer Fische findet man häufiger Larven der Familie *Tipulidae*.

Tab. 6. Vergleich der Nahrung von *Cottus*-Individuen verschiedener Größen (durchschnittliche prozentuelle Vertretung der einzelnen Komponenten)

Größengruppe in mm Stückzahl	26—50 78	51—75 143	76—100 246	101—120 39
Nahrungskomponente				
<i>Chironomidae</i>	70	67,1	52,2	36,7
<i>Ephemeroptera</i> insgesamt davon: <i>Ecdyonurus</i>	11,2 5,0	14,6 8,2	27,0 12,4	48,4 20,4
<i>Plecoptera</i> insgesamt davon: <i>Setipalpia</i> (<i>Perla</i> + <i>Isoperla</i>) <i>Filipalpia</i> (<i>Leuctridae</i> + <i>Nemuridae</i>)	5,2 0 5,2	4,7 0,8 3,9	4,9 2,2 2,7	2,6 2,0 0,6
Sonstige	13,6	13,6	15,9	12,3
Zahl der Organismen in einem Verdauungsorgan	7,8	13,9	13,7	27,2

Diskussion und Schlußfolgerungen

Was die Gesamtzusammensetzung der Nahrung der beiden *Cottus*-Arten anbelangt, stimmen unsere Ergebnisse mit anderen Autoren überein (u. a. Müller 1952, Dyk 1956, Paschalski 1959, Straškřaba et al. 1966). Die Fische sammeln ihre Nahrung vorwiegend unter Steinen, seltener auf Steinen, wenigstens in mäßiger strömenden Abschnitten. Nachdem in der Nahrung Arten überwiegen, die zur gegebenen Jahreszeit (oder an der gegebenen Lokalität) im Gewässer am häufigsten sind, schließen wir, daß sich die beiden *Cottus*-Arten ihre Beute keineswegs auswählen. Eine Ausnahme bildet *Gammarus* in Läufen mit steinigem Grund ohne Wasserpflanzen. Einen bestimmten Grad der Auswahl hinsichtlich der Größe der aufgenommenen Nahrung stellten wir mit wachsender Größe der Fische fest. Die Nahrung wird während des ganzen Jahres konsumiert, in der Winterperiode waren die Verdauungsorgane gefüllter als im Sommer.

Zahlenmäßig am stärksten waren in der Nahrung *Chironomidae*-Larven vertreten. Gewichtsmäßig sind jedoch andere Nahrungskomponenten, hauptsächlich die Larven der *Trichoptera* und *Ephemeroptera*, bedeutungsvoller.

Häufig spricht man von der Schädlichkeit der *Cottus*-Arten in Forellengewässern und von einer Nahrungskonkurrenz. Unmittelbare Schäden

richten die beiden *Cottus*-Arten z. B. laut Paschalski (1959) dadurch an, daß sie Forellenrogen und Forellenkeime fressen. Aus der Laichzeit der Forelle untersuchten wir Verdauungsorgane von insgesamt 134 *Cottus*-Individuen (Oktober 33, November 68, Dezember 33), fanden aber in keinem einzigen Fall Forellenrogen oder später Forellenkeime. In zwei Fällen (an verschiedenen Lokalitäten) konstatierten wir das Fressen des eigenen Rogens. Kannibalismus stellten auch Müller (1952) und Paschalski

Tab. 7. Vergleich der Nahrung von *Cottus* und *Salmo trutta* an ein und derselben Lokalität

Nahrungskomponente	Fische aus dem Bach Lušová, 19. 8. 1968	
	Ø Zahl der Organismen in einem Verdauungsorgan	
	<i>Salmo trutta</i> m. fario 5 Stück 68—135 mm	<i>Cottus</i> <i>pocilopus</i> 20 Stück 38—105 mm
<i>Rivulogammarus fosarum</i>	0,2	0,2
<i>Ephemeroptera</i> insgesamt	3,2	3,7
davon: <i>Baetis</i> sp. div.	2,6	2,9
<i>Ecdyonurus</i> sp. div.	0,6	0,25
<i>Caenis macrura</i>	0	0,4
<i>Ephemerella ignita</i>	0	0,05
<i>Habroleptoides mod.</i>	0	0,1
<i>Plecoptera</i> insgesamt	0	0,25
davon: <i>Perla</i> sp.	0	0,1
<i>Leuctra</i> sp.	0	0,15
<i>Trichoptera</i> insgesamt	0,6	0,65
davon: <i>Hydropsyche</i> sp. div.	0	0,3
<i>Rhyacophila</i> sp.	0	0,05
<i>Sericostoma</i> sp.	0,4	0,2
<i>Silo</i> sp.	0	0,1
Imaga non det.	0,2	0
<i>Chironomidae</i> insgesamt	3,4	5,95
davon: <i>Eukiefferiella min.</i>	0	0,35
<i>Brillia modesta</i>	1,8	0,1
<i>Diamesa</i> sp.	0	0,35
<i>Diamesa gaedi</i>	0	0,25
<i>Microtendipes chloris</i>	0	0,05
<i>Polypedillum</i> sp.	0	0,7
<i>Ablabesmia</i> sp.	1,6	4,15
<i>Simuliidae</i>	0,8	0
Allochthone Festlandskomponente	0,4	0
Insgesamt Stücke in einem Verdauungsorgan	8,6	10,75

(1959) fest; Peňáz & Lusk (1965) fanden im Verdauungsorgan der beiden *Cottus*-Arten Rogen der Nase. Die Ernährungsweise der untersuchten Arten, ihr erwiesener Kannibalismus und das von mehreren Autoren dokumentierte Fressen von Rogen anderer Fischarten läßt darauf schließen, daß man mit einer unmittelbaren Schädlichkeit von *Cottus poecilopus* Heck. und *C. gobio* L. am Forellenrogen rechnen muß. Dies gilt in erster Linie für Laich- und Zuchtbäche, in größeren Wasserläufen, bei deren Bewirtschaftung man nicht mit dem natürlichen Laichen der Forelle rechnet, kommt die unmittelbare Schädlichkeit kaum in Betracht.

Was die Nahrungskonkurrenz anbelangt, geht diese am besten aus dem Vergleich mit der Nahrung der Forelle und aus der Gesamtmenge der von *Cottus poecilopus* und *C. gobio* konsumierten Nahrungsmenge hervor. Aus Stellen, wo wir Exemplare der beiden Arten erbeuteten, untersuchten wir bloß 10 Forellengewässer und verwenden deshalb zu Vergleichszwecken Erfahrungen anderer Autoren aus unseren Forellengewässern (Tuša 1963, Blahák 1972, Zelinka 1971). Der Hauptunterschied beruht darin, daß bei den beiden *Cottus*-Arten die allochthone (Festlands-)Komponente praktisch bedeutungslos ist, während sie bei der Forelle im Sommer etwa 40 % der konsumierten Nahrung umfaßt (im Jahresdurchschnitt rund 16 %). Dagegen bilden bei *Cottus* 50 % der gesamten konsumierten Biomasse dauernd unter Steinen lebende Arten, die angesichts der unterschiedlichen Gewinnungsart der Nahrung den Forellen nur selten zugänglich sind (bei Hochwasser, beim Schlüpfen oder Eierlegen); es handelt sich vor allem um große Larven der Gattung *Ecdyonurus* (nicht *Baetis*), um *Plecoptera*-Larven und *Trichoptera*-Larven der Gruppe *Annulipalpia*. Bei den kleinen *Ephemeroptera*-Larven der Gattung *Baetis* und den *Chironomidae*-Larven ist die Nahrungskonkurrenz — besonders mit Forellen geringerer Größe — markant. Es ist auch in Betracht zu ziehen, daß *Cottus* Larven konsumiert, die die Forellen beim Schlüpfen verzehren konnten. Andererseits ernähren sich die Forellen auch von Exemplaren der beiden *Cottus*-Arten, wie mehrere Autoren bewiesen haben (Dyk 1934, Blahák 1972). Interessanterweise findet man ihre Überreste in den Verdauungsorganen der Forelle meist (manchmal ausschließlich) gegen Ende des Winters, also zur Laichzeit, wo sie offenbar häufiger ihren Unterschlupf verlassen, weniger vorsichtig sind und den Forellen zur Beute fallen können. Es geht also um einen zwar akzessorisch-saisonalen, aber sicher nicht bedeutungslosen Nahrungsbeitrag, besonders für größere Forellen. In Tab. 7 findet man Beispiele der Nahrungszusammensetzung der beiden untersuchten Arten und *Salmo trutta* m. *fario*, die am gleichen Tag derselben Lokalität des Lušová-Baches erbeutet wurden.

Die Nahrungskonkurrenz ergibt sich auch aus der Beobachtung der Gesamtmenge, die die *Cottus*-Arten konsumieren. Ihre Populationsdichte in Forellengewässern pflegt manchmal beträchtlich zu sein, und betrug in unserem Fall im Gesamtdurchschnitt 0,7 Individuen auf 1 m² des Wasserspiegels (Kubíček, Libosvářský, Lusk 1972). Die tägliche Nahrungsportion der *Cottus*-Arten wurde nicht ermittelt. Wenn wir die bei anderen Fischarten gewonnenen Erfahrungen anwenden, bewegt sie sich von 2 bis 8 % des Körpergewichtes (Blažka 1962, Sadlajev 1962) und hängt vor allem von der Wassertemperatur ab. Tuša (1963) stellte bei Forellen maximal 1,9 % des Körpergewichtes fest. Das Durchschnitts-

gewicht der in einem Verdauungsorgan von *Cottus poecilopus* Heck. und *C. gobio* L. ermittelten Nahrung betrug 0,1 g. Im Vergleich mit dem durchschnittlichen Körpergewicht bedeutet dies 2,5 % der Körpergewichtes und wir dürfen voraussetzen, daß dieser Wert im ganzjährigen Durchschnitt der Tagesportion entspricht. Die Schätzung des jährlichen Gesamtverbrauchs an einzelnen Nahrungskomponenten der beiden *Cottus*-Arten, die sich auf die angeführten Daten stützt, findet man in Tab. 8. Der ganzjährige Gewichtsverbrauch an benthischen Lebewesen ist also beträchtlich und be-

Tab. 8. Berechnung des jährlichen Gesamtverbrauchs an Nahrung bei den beiden *Cottus*-Arten in den untersuchten Wasserläufen

Nahrungskomponente	Ø Tagesportion pro Fisch		ganzjähriger Verbrauch pro m ²		Ø Jahresmenge an Zoobenthos in den Bächen pro m ²
	Stück	mg	Stück	mg	Stück
<i>Chironomidae</i>	7,3	14,6	1.865	1.530	247
<i>Ephemeroptera</i> insgesamt	3,2	28,1	818	7.179	681
davon: <i>Baetis</i> sp. div.	2,48	17,4	634	4.440	
<i>Ecdyonurus</i> sp.	0,32	6,4	82	1.640	
<i>Trichoptera</i> insgesamt	1,23	36,0	314	9.198	305
davon: <i>Annulipalpia</i> (überwiegend <i>Hydropsyche</i>)	0,76	26,6	194	6.790	
<i>Plecoptera</i> insgesamt	0,61	8,5	156	2.172	127
davon: <i>Perlidae</i>	0,20	5,0	51	1.275	
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	0,24	1,5	61	383	312
<i>Simuliidae</i>	0,12	0,3	31	77	528
Sonstige (meist <i>Diptera</i> -Larven)	0,40	12,0	102	3.066	
Insgesamt jährlich	—	—	3.347	23.605	2.200

trägt 23,7 g pro 1 m² (258 kg pro Hektar) der Wasserfläche. Dies bedeutet 20 % der gesamten Jahresproduktion dieser Lebewesen, die wir auf 1.177 kg/ha geschätzt haben (Helan, Kubíček, Losos, Sedlák, Zelinka 1973). Wir können vorläufig noch nicht sagen, ob dieser Nahrungsverbrauch von *Cottus*-Individuen ersetzt wird, die die Forellen konsumieren (jedenfalls gilt diese Erwägung nur für größere Wasserläufe, in denen man mindestens zwei Jahre alte Forellen aussetzt und wo man nicht mit der natürlichen Produktion rechnet). Aus dem Vergleich der qualitativen Nahrungszusammensetzung von *Cottus* und *Salmo* und aus der

von *Cottus* konsumierten Nahrungsmenge ergibt sich klar eine gegenseitige Nahrungskonkurrenz.

Dies gilt für beide bei uns lebende Arten (*Cottus poecilopus* Heck. und *C. gobio* L.), weil wir bei ihnen keine Unterschiede in der Ernährung gefunden haben. Übereinstimmungen der Ernährung von *Cottus poecilopus* Heck. und *C. gobio* L. einerseits, und *Salmo trutta* m. *fario* andererseits (besonders kleineren Exemplaren) haben auch Müller (1952), Dyk (1956), Pašchalski (1959) festgestellt und die Konkurrenz gipfelt in der kühlen Jahreszeit, wenn der Forelle weniger Anflugbeute zur Verfügung steht. *Cottus* exploitiert zwar auch Nahrungskomponenten, die der Forelle schwer zugänglich sind, bevorzugt sie aber nicht und man kann deshalb nicht von unterschiedlichen Nahrungsansprüchen sprechen, wie Straškraba et al. (1965, 1966) behaupten.

Die aufgenommene Nahrungsmenge gestattet auch einen Schluß auf die Produktion von *Cottus poecilopus* Heck. und *C. gobio* L. in den untersuchten Bächen. Der Index der natürlichen Nahrung wird mit 10 : 1 angegeben. Dies bedeutet eine jährliche Gesamtproduktion der beiden untersuchten *Cottus*-Arten von etwa 26 kg/ha.

Summary

Complex investigations on production in trout streams in the Beskydy Mountains (Czechoslovakia), carried out under the I.B.P., involved a study on the food eaten by *Cottus poecilopus* Heck. and *C. gobio* Linn. The paper presents data obtained by examining the contents of 506 digestive tracts. The yearly cycle in qualitative and quantitative composition of food is described, differences in the food of individuals of different sex are compared and the total volume of food consumed within one year is estimated. The problem of competition for food between *Cottus* spp. and *Salmo trutta* m. *fario* Linn. is discussed.

Резюме

При комплексном исследовании продуктивных условий в форелевых ручьях в Бескидах (ЧССР) в рамках международной биологической программы была изучена и пища двух видов подкаменщиков (*Cottus gobio* L. и *C. poecilopus* Heck.). Авторы исследовали содержимое 506 кишечника, определили годовой цикл качественного и количественного состава пищи, сравнили различия в пище у особей разных размеров и обсудили вопрос об общем количестве пищи, принятой подкаменщиками в течение одного года, и о пищевой конкуренции между подкаменщиками и форелью.

LITERATUR

- BLAHÁK, P., 1972: Potrava pstruhů a lipanů [Die Nahrung der Forellen und Äschen]. *Rybářství*, 4: 76 (tschechisch).
- BLAŽKA, P., 1962: Kolik potravy spotřebují naše dravé ryby? [Wieviel Nahrung verbrauchen unsere Raubfische?] *Čs. Rybářství*, 17: 9 (tschechisch).
- BORUCKIJ, E. V. & al., 1961: Rukovodstvo po izučeníju pitánija ryb v jeststvennyh uslovijach [A manual of food estimation of fish in natural conditions]. *Izd. AN SSSR, Moskva* (russisch).
- DYK, V., 1934: Proč nacházíme v jarních měsících v hojně míře vranky (*Cottus gobio*) v pstružích žaludcích? [Warum finden wir in den Frühlingsmonaten häufig die Groppen (*Cottus gobio*) in den Magen der Forellen?] *Čs. Rybářství*, 1: 215 (tschechisch).
- DYK, V., 1939: Über die natürliche Nahrung der Bachforelle in verschiedenen Gewässern. *Arch. Hydrobiol.*, 36: 118–125.
- DYK, V., 1956: Naše ryby [Our fishes]. *ČSAZV Praha* (tschechisch).

- HELAN, J., KUBÍČEK, F., LOSOS, B., SEDLÁK, E., ZELINKA, M., 1973: Production conditions in the trout brooks of the Beskydy Mountains. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis*, 14(4): 1–105.
- ILLIES, J., 1961: Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. *Internat. Rev. ges. Hydrobiol.*, 46: 205–213.
- KUBÍČEK, F., LIBOSVÁRSKÝ, J., LUSK, S., 1972: Research on two small trout streams (Czechoslovakia). Productivity problems of freshwaters. *Warszawa—Krakow*, s. 857–870.
- LUSK, S., 1967: Plodnost vranky obecné v řece Svatce [Fecundity of Bullhead (*Cottus gobio* L.) in the Svatka River]. *Vertebrat. Zpr.*, 1967(2): 11–14 (tschechisch, englische Zusammenfassung).
- LUSK, S. & ZDRAŽÍLEK, P., 1969: Contribution to the bionomics and production of the Brown Trout (*Salmo trutta* m. fario L.) in the Lušová brook. *Zool. Listy*, 18: 381–402.
- MÜLLER, K., 1952: Die Mühlkoppe (*Cottus gobio*) und ihre Nahrungskonkurrenz zur Bachforelle (*Trutta fario* L.). *Ber. Limnol. Flußst. Freudenthal*, 3: 70–74.
- MÜLLER, K., 1969: Die Tagesperiodik bei Fischen. *Österreich. Fischerei*, 22: 6–9.
- PASCHALSKI, J., 1959: Pokarm naturalny glowacza peregopletwego (*Cottus poecilopus* Heckel) z potoku Poroniec [Food of the Bullhead (*Cottus poecilopus* Heckel) from Poroniec stream]. *Polskie Arch. Hydrobiol.*, 6: 125–131 (polnisch, englische Zusammenfassung).
- PENÁZ, M. & LUSK, S., 1965: K poznání příčin vysoké úmrtnosti jiker orstretky stěhovavé (*Chondrostoma nasus* L.) při přirozeném rozmnožování [Zu den Ursachen der hohen Sterblichkeit der Naseneier (*Chondrostoma nasus* L.) während der natürlichen Vermehrung]. *Zool. Listy*, 14: 159–170 (tschechisch, deutsche Zusammenfassung).
- PLISKA, F., 1956: Znaczenie organismów wodnych jako pokarmu ryb w swietle badań polskich [Importance of the aquatic animals as a food base of fish after Polish investigations]. *Polskie Arch. Hydrobiol.*, 3: 429–458 (polnisch).
- SADLAJEV, K. A., 1962: Forelovoje rybovodnoje choz'ajstvo [Trout fisheries]. *Moskva* (russisch).
- SEDLÁK, E., 1969: Die Biomasse der Bodenfauna des Flusses Loučka und ihre Beziehung zur Nahrung der Forelle. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis*, *Biol.* 25, 10(8): 115–133.
- SMÍŠEK, J. & VEJVODA, M., 1956: Růst, stáří a rozmnožování vranky obecné v pstruhových vodách [Wachstum, Alter und Vermehrung der Groppe in den Forellengewässern]. *Sbor. ČAZV Zivočišná Výroba*, 29: 357–372 (tschechisch).
- STRÁŠKRABA, M., 1964: On the distribution of the macrofauna and fishes in two streams, Lucina and Morávka. *Arch. Hydrobiol.*, 61: 515–536.
- STRÁŠKRABA, M. & al., 1965: Konkuruji vranka a střevle pstruhovi? [Konkurieren die Groppe und die Elritze der Forelle?] *Čs. Rybářství*, 20: 20–21 (tschechisch).
- STRÁŠKRABA, M. & al., 1966: Contribution to the problem of food competition among the Sculpin, Minnow and Brown Trout. *J. Anim. Ecol.*, 35: 303–311.
- TUŠA, I., 1963: On the feeding biology of the Brown Trout (*Salmo trutta* m. fario L.) in the Loučka Creek. *Zool. Listy*, 17(4): 379–395.
- TUŠA, I., 1969: On the feeding biology of the Brown Trout (*Salmo trutta* m. fario L.) in the course of day and night. *Zool. Listy*, 18(3): 275–284.
- ZELINKA, M., 1969: Die Eintagsfliegen (Ephemeroptera) in Forellenbächen der Beskiden, I. — Abundanz und Biomasse. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis*, *Biol.*, 25, 8: 157–168.
- ZELINKA, M., 1971a: Potravní konkurence mezi pstruhem, lipanem a vrankou [Food competition among Trout, Grayling and Bullhead]. *Rybářství*, 11: 244–245 (tschechisch).
- ZELINKA, M., 1971b: Konkurenční potravní vztahy v pstruhovém toku [Competition for food in a trout stream]. *Vertebrat. Zpr.*, 2: 95–101 (tschechisch, englische Zusammenfassung).
- ZELINKA, M., 1973: Die Eintagsfliegen (Ephemeroptera) in Forellenbächen der Beskiden. II. — Produktion. *Hydrobiologia*, 42: 13–19.

Anschrift der Verfasser:

Leopold ORSÁG, prom. biol.

RNDr. Miloš ZELINKA, CSc.,

Lehrstuhl für Biologie der Tiere und des Menschen, Universität J. E. Purkyně, Kotlářská 2, 602 00 Brno, CSSR.