Arch. Tierernährung · Bd. 22 · 1972 · H. 6 · S. 423–430 · Berlin

Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin,
Oskar-Kellner-Institut für Tierernährung
und Institut für Binnenfischerei, Berlin-Friedrichshagen

PRIVATE LIBRARY
OF WILLIAM L. PETERS

MARIE-LUISE ALBRECHT und J. WÜNSCHE

Der Gehalt an Aminosäuren im Protein niederer Wassertiere und dessen Bedeutung für die Fischernährung

1. Einleitung

Die bisher bekannt gewordenen Angaben über den Aminosäurengehalt niederer Wassertiere (ALBRECHT und BREITSPRECHER, 1969; PETRÁN, 1969; MUCHINA, 1970) sind außerordentlich widerspruchsvoll. Die Unzulänglichkeit dieser Werte beruht zum größten Teil vermutlich auf methodischen Unsicherheiten. Die meisten Ergebnisse sind papierchromatographisch gewonnen worden, einem Verfahren, das sich für die quantitative Aminosäurenbestimmung als unzuverlässig erwiesen hat und heute fast vollständig durch moderne säulenchromatographische oder mikrobiologische Methoden verdrängt wurde. Untersuchungen über die Aminosäurenzusammensetzung der invertebraten Wasserfauna bedurften somit dringend der Erweiterung und Verbesserung. Aus der Kenntnis des Gehalts der Fischnährtiere an essentiellen Aminosäuren lassen sich wichtige Rückschlüsse über den Wert ihres Proteins als Nahrung der Fische ziehen.

2. Material und Methode

Die Beschaffung ausreichenden Trockenmaterials an niederen Tieren zur Analyse ist wegen des hohen Wassergehalts dieser Organismen, der im Durchschnitt bei 82% liegt, vielfach jedoch auch 90% erreicht, sehr schwierig. Aus diesem Grunde konnten nicht in allen Fällen einzelne Arten untersucht werden, sondern ließ es sich nicht umgehen, auch mehrere Arten einer Gattung oder Ordnung zusammenzufassen. Insgesamt wurden 28 Arten oder Gattungen gesammelt, die zu 20 Proben vereinigt worden sind. Es handelt sich um *Vermes* (2 Proben), *Crustaceen* (2 Proben), Insektenlarven und -puppen (13 Proben), sowie *Mollusken* (3 Proben).

Die meisten Tiere sind im Mai und Juni aus Fließgewässern der Forellenregion und aus Seen und Karpfenteichen zusammengetragen worden. Die *Tubificiden* wurden in einer Zoologischen Handlung gekauft (November). Die *Camptochironomus*-Larven stammen aus einem mit Fallaub bedeckten Tümpel, in dem sie sich in Massen entwickelt hatten (Dezember). Die der Larve von *Chironomus plumosus* nahestehenden Organismen können mit Recht als „Ersatz" für dieses wichtige Fischnährtier betrachtet werden.

Der Stickstoffgehalt der Tiere ist sowohl in der lufttrockenen Substanz als auch im sauren Hydrolysat nach der Methode von KJELDAHL bestimmt worden.

Die Proteinhydrolyse erfolgte mit etwa 6 N HCl 2 Std. im Autoklaven bei 3 at (= 135 °C). Zur Bestimmung des hydrolysenempfindlichen Zystins wurde eine 1stündige Druckhydrolyse bei 2 at (= 120 °C) angewandt. Die alkalische Hydrolyse zur Bestimmung von Tryptophan wurde 2 Std. lang ebenfalls unter Druck (3 at = 135 °C) mit 4 N NaOH durchgeführt.

Die Bestimmung der Aminosäuren ist nach dem mikrobiologischen Verfahren vorgenommen worden (WÜNSCHE 1958, 1964b).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Der Gehalt an essentiellen und halbessentiellen Aminosäuren im Protein niederer Wassertiere

Die Ergebnisse der Aminosäurenanalysen sind in Tab. 1 zusammengestellt. Das Verhältnis der einzelnen Aminosäuren zueinander weicht innerhalb einer Tierklasse sowie von einer Art zur anderen stärker voneinander ab, als es von den Proteinen höherer Tiere bekannt ist.

Ein Vergleich der Analysenwerte mit denen von Vollei und Fischen (Tab. 2) zeigt, daß bei den Invertebraten vor allem zu wenig Methionin vorhanden ist. Der Methioningehalt der analysierten niederen Tiere beträgt mit einer Ausnahme (Trichoptere *Silo* spec.) nur etwa 62% desjenigen der Fische (Gesamtfisch). Da Methionin nicht nur ein lebenswichtiger Proteinbaustein ist, sondern im Intermediärstoffwechsel auch als Methylgruppendonator fungiert, kann sich ein Methioninmangel in der Nahrung besonders negativ auswirken. Zystin, das bei Mangel an Methionin diese Aminosäure zum Teil ersetzen kann, ist hingegen in Nährtieren stärker als in Fischen vertreten, die nur etwa 50% des Zystingehalts von niederen Wassertieren besitzen.

Am ausgeglichensten ist unter den analysierten Organismen das Aminosäurenverhältnis der in Bächen lebenden Köcherfliegenlarve *Silo*, die jedoch am Gesamttierbestand nur einen geringen Anteil hat. Daphnien und Chironomiden (*Camptochironomus*) ähneln hinsichtlich ihrer Aminosäurenzusammensetzung weitgehend dem Aminosäurenmuster ihrer Verzehrer (*Cyprinus carpio*, *Coregonus albula*), allerdings mit Ausnahme von Methionin, was jedoch durch den höheren Zystingehalt aufgewogen wird.

3.2. Beispiele für die Aminosäurenzusammensetzung von je einem Karpfenteich- und Forellenbachnahrungsbestand

In der Arbeit über die chemische Zusammensetzung von Fischnährtieren (ALBRECHT und BREITSPRECHER, 1969, Tab. 9) sind zwei Beispiele für die Aminosäurenzusammensetzung von je einem Karpfenteich- und Forellenbachnahrungsbestand, die an Hand von aus der Literatur bekannten Aminosäurengehaltswerten errechnet wurden, angegeben worden. Da sich diese Werte auf Grund der jetzt vorliegenden Aminosäurenanalysen als unrichtig herausgestellt haben, wurden sie mit Hilfe der in Tab. 1 und 2 angegebenen Aminosäurengehaltswerte neu berechnet.

Tabelle 1

Der Gehalt an essentiellen und halbessentiellen Aminosäuren im Protein von niederen Wassertieren (g/16 N = % vom Rohprotein)

Nr.	Tierart	% Rohprotein (N ×6,25) in lufttrockener Substanz	Arg	His	Ileu	Leu	Lys	Met	Zys	Phe	Tyr	Thr	Try	Val
	Vermes													
1.	*Tubificidae*	42,7	6,9	1,9	4,5	6,9	5,7	1,8	1,6	4,1	2,6	4,4	1,2	5,1
2.	*Erpobdella octoculata*	62,5	6,6	2,4	5,1	7,4	7,0	1,8	1,8	4,2	2,9	4,8	1,0	5,3
	Crustacea													
3.	*Daphnia pulex, D. longispina* (Mischprobe)	43,8	4,8	1,3	4,8	7,1	6,6	1,8	1,0	4,5	4,3	4,9	1,5	6,1
4.	*Gammarus pulex, G. röseli* (Mischprobe)	33,3	4,9	1,6	4,4	6,7	4,9	1,6	1,3	4,1	2,6	4,3	1,0	5,1
	Insecta													
	Ephemeroptera													
5.	*Chitonophora krieghoffi*	52,0	5,1	2,0	4,3	6,7	5,0	1,7	0,9	3,5	4,5	4,2	1,0	5,9
6.	*Bäetis* spec.	55,6	6,3	2,0	4,9	7,2	6,2	2,1	1,2	4,2	4,6	4,8	1,1	5,9
7.	*Chitonophora-Ephemerella-Ephemera -Bäetis* spec. (Mischprobe)	59,9	5,4	1,8	3,8	5,5	4,2	1,5	1,1	3,0	3,7	3,9	0,9	4,8
8.	*Rhitrogena semicolorata, Epeorus* spec. (Mischprobe)	56,8	3,3	1,8	4,1	6,0	4,8	1,4	0,5	3,4	3,7	2,8	1,0	5,4
	Trichoptera (Larven und Puppen)													
9.	*Rhyacophila* spec.	56,5	5,9	3,1	4,7	6,4	6,3	2,2	1,7	4,9	4,7	5,1	1,3	5,5
10.	*Silo* spec.	52,1	7,5	2,8	4,9	7,3	6,8	3,1	1,1	6,3	6,8	5,8	1,7	5,6
11.	*Leptocerus* spec.	53,3	5,0	2,7	4,1	5,8	5,3	1,8	1,5	4,2	2,5	4,4	1,0	4,9
12.	*Anabolia* spec.	48,0	5,5	2,3	4,5	6,2	5,0	1,6	1,2	3,8	3,7	4,5	1,3	5,3
13.	*Hydropsyche pellucidula* (Larven)	58,8	6,7	2,6	4,9	6,6	5,8	2,1	1,6	4,6	4,4	5,3	1,5	5,7
14.	*Hydropsyche pellucidula* (Puppen)	49,9	6,0	2,6	4,8	6,1	5,8	2,2	1,3	5,6	5,6	4,9	1,4	5,5
15.	*Rhyacophila-Notidobia* spec. (Mischprobe)	43,7	4,1	1,9	3,8	5,2	4,2	1,6	1,2	3,9	4,2	3,4	1,5	5,0
	Diptera (Larven)													
16.	*Camptochironomus* spec.	68,0	6,1	2,7	5,7	7,1	6,9	1,9	1,8	6,4	3,2	5,5	1,0	5,8
17.	*Simuliidae, Orthocladiinae, Liponeura* spec. (Mischprobe)	51,5	5,1	2,4	3,8	5,1	5,2	1,6	1,4	3,7	3,3	3,9	0,9	4,5
	Mollusca													
18.	*Radix ovata-Bithynia tentaculata-Planorbis* (Mischprobe)	42,6	6,5	1,7	4,6	7,2	5,7	1,8	2,2	4,1	2,8	5,0	1,0	5,1
19.	*Dreissensia polymorpha*	55,0	6,5	1,8	4,6	6,2	5,1	1.9	2,3	3,7	3,1	5,9	1,3	5,2
20.	*Unio* spec. (jung)	42,4	8,0	1,7	4,6	7,0	6,1	2,1	2,1	3,6	2,6	4,9	1,0	4,8

Tabelle 2

Gehalt an Aminosäuren in Vollei und Fischen (Gesamtfisch) im Vergleich zu Fischnährtieren (g/16 g N)

	Arg	His	Isol	Leu	Lys	Met	Zys	Phe	Tyr	Thr	Try	Val	Autor
Vollei	6,8	2,4	6,4	8,5	6,9	3,1	2,4	5,2	4,0	5,0	1,3	7,2	WÜNSCHE, 1964a
Cyprinus carpio	4,9	2,4	4,7	7,1	7,0	3,1	0,7	3,8	2,4	4,0	1,0	5,6	WÜNSCHE und STEFFENS, 1968
Salmo gairdneri	3,6	1,9	4,6	6,9	7,4	3,2	0,7	3,6	2,5	4,2	0,9	5,9	
Anguilla anguilla	7,0	2,4	4,3	5,8	7,5	2,5	0,7	3,5	2,0	4,2	0,9	5,1	
Esox lucius	7,0	2,2	4,3	7,0	7,2	2,9	0,7	3,9	2,1	4,6	0,8	5,2	
Coregonus albula	5,0	1,8	4,7	6,5	6,7	2,9	0,7	3,6	1,6	4,6	1,1	5,4	
Tubificidae	6,9	1,9	4,5	6,9	5,7	1,8	1,6	4,1	2,6	4,4	1,2	5,1	
Gammaridae	4,9	1,6	4,4	6,7	4,9	1,6	1,3	4,1	2,6	4,3	1,0	5,1	
Daphnidae	4,8	1,3	4,8	7,1	6,6	1,8	1,0	4,5	4,3	4,9	1,5	6,1	
Camptochironomus	6,1	2,7	5,7	7,1	6,9	1,9	1,8	6,4	3,2	5,5	1,0	5,8	
Ephemeroptera	5,0	1,9	4,3	6,3	5,0	1,7	0,9	3,5	4,1	3,9	1,0	5,5	
Trichoptera	5,9	2,6	4,5	6,2	5,6	2,1	1,4	4,7	4,6	4,8	1,4	5,3	
Mollusca	7,0	1,7	4,6	6,8	5,6	1,9	2,2	3,8	2,8	5,3	1,1	5,0	

Die quantitative Zusammensetzung (in % der Masse) der beiden Bestände im Gewässer ähnelt weitgehend den bei Nahrungsuntersuchungen von Karpfen und Forellen festgestellten Anteilen in der Nahrung (Tab. 3). Fische sind selten Nahrungsspezialisten, sondern fressen, was im Gewässer am leichtesten greifbar ist.

Tabelle 3

Rohproteingehalt und quantitative Zusammensetzung von 2 Nährtierbeständen

Tiergruppe	Rohproteingehalt % der Tr.-Subst.	% der Frischsubstanz	Prozentualer Anteil (massenmäßig) der Tiergruppen am Bestand: Karpfenteiche Peitz (BARTHELMES, 1963)	Forellenbach Polenz (ALBRECHT und BURSCHE, 1957)
Oligochaeten	42,7	7,3	10,0	5,5
Daphnien	43,8	4,1	48,2	—
Plecopteren + Ephemeropteren	56,1	12,4	—	23,5
Trichopteren	51,7	11,9	—	34,5
Dipteren	59,7	8,9	20,2	28,5
Mollusken	46,6	13,5	—	8,0
Sonstige	50,0	11,0	21,6	—
			Karpfenteiche	Forellenbach
Durchschnittlicher Rohproteingehalt (Tr.-Subst.)			48,3%	54,1%
(Frischsubstanz)			7,0%	10,0%

In Tab. 4 wurden die Gehaltswerte an Aminosäuren sowohl im Rohprotein als auch in der Trockensubstanz (Tr.-Subst.) der als Beispiel gewählten Nährtierbestände ermittelt. Daraus ergibt sich innerhalb der beiden Bestände mit sehr unterschiedlicher artenmäßiger Besiedlung, bezogen auf den Rohproteingehalt, eine relativ gute Ausgeglichenheit. Bezogen auf die Tr.-Subst., d. h. auf den Gehalt an Aminosäuren in der Nahrung, sind die Differenzen infolge des unterschiedlichen Proteingehalts etwas ausgeprägter.

3.3. Der Bedarf der Fische an essentiellen und halbessentiellen Aminosäuren im Vergleich zum Aminosäurengehalt der Naturnahrung

Der qualitative Bedarf der Fische an essentiellen Aminosäuren (DUPREE und HALVER, 1970: *Ictalurus punctatus*; HALVER, 1957; HALVER und SHANKS, 1960; HALVER u. a., 1957: *Oncorhynchus* spec.; LIEDER, 1968: *Cyprinus carpio*; NOSE, 1969: *Anguilla anguilla*; SHANKS u. a., 1962: *Salmo gairdneri*) entspricht weitgehend demjenigen höherer Wirbeltiere. Die halbessentiellen Aminosäuren Zystin und Tyrosin sind bei einem ausgeglichenen Gehalt an Methionin bzw. Phenylalanin nicht unbedingt notwendig. Sie sind jedoch unentbehrlich, wenn Mangel an diesen Aminosäuren besteht. Der Bedarf an Arginin ist – ähnlich wie bei Geflügel – relativ groß. Arginin ist auch für Fische essentiell. Histidinmangel bewirkt bei wachsenden Säugetieren eine Wachstumsverzögerung. Fehlt es in der Nahrung der Fische, so tritt gleichfalls verlangsamtes Wachstum ein.

Der quantitative Bedarf an Aminosäuren ist bisher ausschließlich an Junglachsen (*Oncorhynchus tshawytscha*) geprüft worden (CHANCE u. a., 1964; DE LONG u. a., 1962; HALVER, 1969, 1970; MERTZ, 1969). Die Ergebnisse sind in Tab. 4 enthalten.

Tabelle 4

Gehalt an essentiellen und halbessentiellen Aminosäuren im Protein und in der Tr.-Subst. von 2 Nährtierbeständen (berechnet nach Tab. 1–3) und der Aminosäurenbedarf von Lachsen

Aminosäuren	Aminosäurengehalt (g) in 100 g Rohprotein		Aminosäurengehalt (g) in 100 g Tr.-Subst.		Aminosäurenbedarf von Junglachsen (*Oncorhynchus*)	
	Karpfenteiche	Forellenbach	Karpfenteiche	Forellenbach	in 100 g Rohprotein	in 100 g Trockenfutter (40% Rohprotein)
Arginin	5,4	5,8	2,60	3,14	6,0	2,40
Histidin	1,8	2,3	0,87	1,24	1,8	0,70
Isoleucin	4,8	4,6	2,32	2,48	2,2	1,00
Leuzin	6,9	6,9	3,34	3,74	3,9	1,60
Lysin	6,3	5,7	3,04	3,14	5,0	2,00
Methionin	1,8	1,9	0,87	1,03	1,35	0,54
Zystin	1,3	1,4	0,63	0,76	1,38	0,55
Phenylalanin	4,5	4,4	2,18	2,38	5,10*	2,10*
Tyrosin	3,8	3,8	1,83	2,06	—	—
Threonin	4,6	4,6	2,22	2,48	2,2	0,90
Thrytophan	1,3	1,1	0,63	0,60	0,5	0,20
Valin	5,7	5,3	2,75	2,86	3,2	1,30

* In Abwesenheit von Tyrosin.

Aus einem Vergleich des Bedarfs von Lachsen an essentiellen Aminosäuren mit dem Gehalt an Aminosäuren in einem Forellenbach (Tab. 4) ergibt sich, daß das Angebot in allen Fällen höher ist als der Bedarf. Allerdings ist nicht bekannt, in welchem Umfang es ausnutzbar ist.

3.4. Die Bedeutung der Aminosäurenzusammensetzung der Nahrung für das Fischwachstum

Wie in Abschnitt 3.3. gezeigt worden ist, entspricht das quantitative Aminosäurenangebot in der Salmonidenregion weitgehend dem Aminosäurenbedarf des Lachses und somit vermutlich auch demjenigen anderer Salmoniden. Lang-

sames Wachstum von Salmoniden, wie es zuweilen in Fließgewässern anzutreffen ist, ist daher wahrscheinlich eher auf ökologische Faktoren (ungünstiges Substrat, Nahrungsmangel, Überbevölkerung, ungeeignete Temperatur-, Wasser-, Tiefen- und Strömungsverhältnisse) als auf eine ungenügende Nahrungsqualität zurückzuführen. Bei der Salmonidenaufzucht ist dagegen das Wachstum in hohem Maße durch das Futter zu beeinflussen, zumal dieses die einzige Nahrungsquelle darstellt. Nur wenn seine Zusammensetzung dem Aminosäurenbedarf der Fische entspricht, kann mit guten Wachstumsleistungen gerechnet werden (WÜNSCHE und ALBRECHT, 1971).

Entsprechendes dürfte für Cypriniden zutreffen. Auf die Bedeutung, die der Aminosäurenzusammensetzung der Nährtiere und Futtermittel beizumessen ist, haben u. a. LIEDER (1964a und b, 1965) und SCHÄPERCLAUS (1964, 1966) hingewiesen. Wachstumspotenz und Gesundheitszustand der Karpfen hängen weitgehend vom Eiweißgehalt und von der Eiweißqualität der Nahrung ab (MÜLLER und MERLA, 1964, 1969). In schwach besetzten Teichen, in welchen die Naturnahrung die Hauptnahrungsquelle bildet, wird der Aminosäurenbedarf voll gedeckt. Bei intensiver Haltungsweise gerät die Naturnahrung jedoch bereits im Sommer in ein Minimum. Die meist in großem Umfang verabreichten Getreide- und Maismengen haben eine weit geringere Eiweißqualität als die Nährtiere, so daß das echte Wachstum (Eiweißbildung) nachläßt und die Massezunahme zum Teil durch vermehrte Fettbildung zustande kommt. Durch den Einsatz eiweißreicher Trockenfuttermittel guter Qualität konnten diese Mängel behoben werden (MÜLLER und MERLA, 1967, 1968).

Zusammenfassung

Der Gehalt an essentiellen und halbessentiellen Aminosäuren des Proteins niederer Wassertiere (28 Arten oder Gattungen) wurde mikrobiologisch bestimmt (Tab. 1). Das Aminosäurenmuster weicht vor allem insofern von dem der Fische ab, als der Methioningehalt nur etwa 62% desjenigen der Fische beträgt und der Zystingehalt im Durchschnitt doppelt so hoch wie bei Fischen ist (Tab. 2). Berechnungen des Aminosäurengehalts von zwei Nährtierbeständen (Karpfenteich, Forellenbach) ergaben eine relativ gute Ausgeglichenheit der beiden Bestände (bezogen auf den Rohproteingehalt). Der qualitative Bedarf der Fische an Aminosäuren entspricht weitgehend demjenigen höherer Wirbeltiere. Quantitative Angaben sind bisher nur vom Lachs (*Oncorhynchus tshawytscha*) bekannt (Tab. 4). Schlechtes Wachstum in Salmonidengewässern wird nicht durch ungenügende Nahrungsqualität, sondern durch ungünstige ökologische Faktoren hervorgerufen. In der Salmonidenaufzucht ist das Wachstum durch die Futterzusammensetzung positiv zu beeinflussen. In der Karpfenteichwirtschaft ist der Aminosäurenzusammensetzung der Nährtiere und Futtermittel große Bedeutung beizumessen. Wachstumsverzögerungen der Fische im Spätsommer nach weitgehendem Rückgang der Naturnahrung ist durch den Einsatz eiweißreicher Trockenfuttermittel guter Qualität mit Erfolg zu begegnen.

Резюме

Мариe-Луизе Альбрехт и Ё. Вюнше

Содержание, аминокислот в протеине нисшей водной фауны и значение его для питания рыб

Содержание незаменимых аминокислот в протеине низшей водной фауны (28 видов или родов) подвергалось микробиологическому обследованию (табл. I). Аминокислотный состав ее отличается от аминокислотного состава рыб главным образом тем, что содержание метионина меньше (примерно лишь 62% содержания его в рыбе) и среднее содержание цистина — по сравнению с рыбой — в 2 раза больше (табл. 2). Результаты вычисления содержания аминокислот в кормовых организмах карпового пруда с одной стороны, и форелевого ручья с другой стороны, проявляли — несмотря на очень большие различия в видовом составе — сравнительно хорошую выравненность кормовых организмов обоих местообитаний в отношении содержания сырого протеина. Потребность рыб в качественных аминокислотах в высокой степени соответствует такой потребности высших позвоночных. Количественные данные имеются пока лишь о лососе (*Oncorhynchus tshawytscha*) (табл. 4). Плохой рост в лососёвых водоемах не обусловливается неудовлетворительным качеством пищи, а вызывается неблагоприятными экологическими факторами. При выращивании лососёвых положительное влияние на рост рыбы оказывает состав корма. В карповом прудовом хозяйстве большое значение следует придавать аминокислотному составу кормовых организмов и кормов. Против замедления роста поздним летом в результате сильного сокращения естественной кормовой базы эффективным является использование высококачественных сухих белковых кормов

Summary

Marie-Luise Albrecht and J. Wünsche

The Content of Amino Acids in the Proteins of Lower Aquatic animals and its Significance for Fish Nutrition

The amino acid content (essential amino acids) in the proteins of lower aquatic animals (28 species or genera) was determined microbiologically. (table 1). The amino acid composition differs considerably from that of fish inasmuch as the methionine content of these proteins reaches only about 62% of that of fish while the average cystine content is twice as high as that found in fish (table 2). Calculations of the amino acid content of two populations of feed animals (carp pond, trout brook) revealed that the two populations were comparatively well-balanced with regard to the content of crude protein although there were great differences in species composition. The qualitative requirements of fish for amino acids are largely equivalent to those of higher vertebrates. So far quantitative data have been obtained only for salmon

(*Oncorhynchus tshawytscha*) (table 4). Poor growth in salmonid waters is due to unfavourable ecological factors rather than to the insufficient quality of feed.

Literaturverzeichnis

[1] ALBRECHT, MARIE-LUISE, und BRUNHILDE BREITSPRECHER: Z. Fischerei NF **17**, 143 (1969)
[2] ALBRECHT, MARIE-LUISE, und EVA-MARIA BURSCHE: Z. Fischerei NF **6**, 209 (1957)
[3] BARTHELMES, D.: Z. Fischerei NF **11**, 321 (1963)
[4] CHANCE, E., E. T. MERTZ and J. E. HALVER: J. Nutrit. **83**, 177 (1964)
[5] DE LONG, D. C., J. E. HALVER and E. T. MERTZ: J. Nutrit. **76**, 174 (1962)
[6] DUPREE, H. K., and J. E. HALVER: Trans. Amer. Fish. Soc. **99**, 90 (1970)
[7] HALVER, J. E.: J. Nutrit. **62**, 245 (1957)
[8] HALVER, J. E.: FAO Fish Cult. Bull. **1** Nr. 3, 8 (1969)
[9] HALVER, J. E.: FAO Fish Cult. Bull. **2** Nr. 4, 4 (1970)
[10] HALVER, J. E., D. C. DE LONG and E. T. MERTZ: J. Nutrit. **63**, 95 (1957)
[11] HALVER, J. E., and W. E. SHANKS: J. Nutrit. **72**, 340 (1960)
[12] LIEDER, U.: Dtsch.-Fischerei-Ztg. **11**, 278 (1964a)
[13] LIEDER, U.: Dtsch.-Fischerei-Ztg. **11**, 282 (1964b)
[14] LIEDER, U.: Dtsch.-Fischerei-Ztg. **12**, 16 (1965)
[15] LIEDER, U.: Aminosäuren im Karpfenfutter. Forsch. Ber. für das Jahr 1966/67 (1968), unveröff.
[16] MERTZ, E. T.: In: NEUHAUS, O. W., HALVER, J. E.: Fish in research 233–243, Academic Press, New York, London (1969)
[17] MUCHINA, R.: Rybovodsto i rybolovstvo **13**, 12 (1970)
[18] MÜLLER, W., und G. MERLA, Dtsch.-Fischerei-Ztg. **11**, 273 (1964)
[19] MÜLLER, W., und G. MERLA: Dtsch. Fischerei-Ztg. **14**, 206 (1967)
[20] MÜLLER, W., und G. MERLA: Dtsch.-Fischerei-Ztg. **15**, 83 (1968)
[21] MÜLLER, W., und G. MERLA: Dtsch. Fischerei-Ztg. **16**, 190 (1969)
[22] NOSE, T.: Bull. Freshwater Fish. Res. Labor. Tokyo **19**, 31 (1969)
[23] PETRÁN, G. E.: Rybnoe chozjastvo, Kiev **7**, 81 (1969)
[24] SCHÄPERCLAUS, W.: Dtsch. Fischerei-Ztg. **11**, 15 (1964)
[25] SCHÄPERCLAUS, W.: Z. Fischerei NF **14**, 71 (1966)
[26] SHANKS, W. E., G. D. GAHIMER and J. E. HALVER: Progr. Fish Cult. **24**, 68 (1962)
[27] WÜNSCHE, J.: Dtsch. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin, Wiss. Abh. Nr. 37, 164 (1958)
[28] WÜNSCHE, J.: Dtsch. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin, Tag.-Ber. **63**, 111 (1964a)
[29] WÜNSCHE, J.: Dtsch. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin, Tag.-Ber. **64**, 23 (1964b)
[30] WÜNSCHE, J., und MARIE-LUISE ALBRECHT: Arch. Tierernähr. **22**, 431 (1972)
[31] WÜNSCHE, J., und W. STEFFENS: Z. Fischerei NF **16**, 301 (1968)

Eingegangen: 8. Oktober 1971

Anschriften der Autoren:

Dr. M.-L. ALBRECHT
Institut für Binnenfischerei
1162 Berlin-Friedrichshagen
Müggelseedamm 310

Dr. J. WÜNSCHE
Forschungszentrum für Tierproduktion
Dummerstorf-Rostock
Oskar-Kellner-Institut für Tierernährung
25 Rostock
Justus-von-Liebig-Straße 1