

664.951.014 : 664.951.81

ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КРИЛЯ
И ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ НЕГО КОРМОВОЙ МУКИД.Н.Егорова, Л.Р.Копыленко,
Н.В.Масленникова и Е.М.Сидорова

В 1967 и 1968 г. был исследован новый вид кормового сырья - антарктический криль (*Euphausia superba*) и полученная из него кормовая мука. Запасы криля, являющегося основной пищей усатых китов, очень велики и исчисляются миллионами тонн (Арсеньев, 1958; Ильичев, 1965; Marr, 1962). В последнее время благодаря его высокой питательной ценности он начинает приобретать значение как сырье для изготовления пищевых и кормовых продуктов (Егорова, Трещева, Кабозов, 1962; Николаева, 1967).

Исследуемые нами пробы свежего криля, крилевого жома (полученного после прессования свежего криля) и опытные партии кормовой муки из криля и крилевого жома были заготовлены на научно-промысловом судне "Академик Книпович" канд.техн.наук С.И.Максимовым и В.И.Драницыным в 1967 и 1968 г.

Криль, использованный для приготовления муки в 1967 г., был выловлен в феврале и марте, в районе Южно-Оркнейских островов и у острова Южная Георгия; в 1968 г. - в начале марта, в восточной части моря Скотия.

Кормовая мука из криля и крилевого жома была приготовлена на рыбомучной установке Бердичевского завода способом прямого высушивания.

В 1967 г. мука изготовлялась по следующему режиму: температура сушки - 80-85⁰С, вакуум - 400 мм рт.ст., продолжительность сушки - 4,5-5,5 ч; в 1968 г. режим был несколько иным (табл. I).

Таблица I

Режим приготовления опытных партий муки и продолжительность хранения сырья

Номер пробы	Продолжительность, ч		Температура массы, °С	Вакуум, мм рт.ст.
	хранения сырья	высушивания		
К р и л ь				
21	0,5	7,25	65-80	300-600
	10	6	60-80	250-600
23	4	5	65-75	200-570
	-	5	60-80	100-550
К р и л е в ы й ж о м				
20	2,5	6	70-80	300-680
	-	6	65-80	350-650

Пробы свежего криля и крилевого жома отбирали из разных мест от партий весом 2-3 т, стерилизовали в жестяных консервных банках (по формуле $\frac{15}{112} = \frac{55}{112} = \frac{15}{112}$), после чего хранили до момента поступления на анализ. Чтобы получить средние пробы, муку отбирали из каждого мешка опытной партии.

Аминокислоты определяли после разделения на монообменных смолах по методу Мура (Moor et al., 1958) на автоматическом анализаторе фирмы "Хитачи". Предварительно пробы высушивали при температуре не выше 70⁰С, обезжиривали хлороформом, проводили гидролиз навески 100 мг с 5 мл 6-н соляной кислоты в автоклаве под давлением 2,5 атм в течение 5 ч., фильтровали гидролизат с тщательным промыванием фильтра, удаляли соляную кислоту выпариванием на водяной бане с периодическим добавлением воды, растворяли полученный осадок в цитратном буфере с рН 2,2. Полученный раствор после соответствующего разведения наносили на колонки с ионообменными смолами.

Содержание триптофана определяли колориметрическим методом после щелочного гидролиза; содержание цистина и оксипролина не устанавливали. В сухих обезжиренных пробах, поступавших на гидролиз, определяли общий азот по методу Кьельдаля. Белок рассчитывали умножением количества общего азота на 6,25.

Результаты исследований, представленные в табл. 2, 3, 4, 5, свидетельствуют о том, что белки криля, крилевого жома, муки из криля и крилевого жома содержат все десять незаменимых аминокислот и семь заменимых.

Из незаменимых аминокислот в белках криля преобладали следующие (табл. 3): лизин от 6,1 до 12,6%, лейцин от 6,7-8%, аргинин от 3,6 до 7,7%; содержание триптофана и гистидина было незначительным. Среди заменимых более всего аспарагиновой (8,7-12,3%) и глутаминовой (10,8-13,6%) кислот.

Несмотря на сравнительно большие колебания в содержании отдельных аминокислот в белках криля, выловленного в 1967 и 1968 г. (табл. 3), средние значения содержания большинства аминокислот (табл. 4) колеблются в незначительных пределах. Интересно отметить, что количество незаменимых аминокислот - метионина, лейцина, треонина, гистидина - практически одинаково. Различия наблюдались только в содержании аргинина, лизина, фенилаланина и особенно пролина. Если в белках криля, выловленного в 1967 г., лизина и фенилаланина было больше, чем в белках криля, выловленного в 1968 г., то аргинина и особенно пролина было значительно меньше. Это может зависеть как от ряда биологических факторов, так и от сезона и района вылова криля.

Полученные нами данные по содержанию большинства аминокислот в белках криля согласуются с данными А.А.Ионкиной (1968), которая исследовала аминокислотный состав белков мороженого криля (в 1967 г.) на автоматическом анализаторе фирмы "Эванс Электроселениум Лимитэд".

Таблица 2

Содержание аминокислот в кормах сырых и полученных из него муке (в % к обжму)

№ про-бы	Дата вылова корма и про-цесса вылова	Объект анализа	Водя (авот. в %)	Незаменимые							Заменимые											
				Пролин	Аргинин	Лизин	Метионин	Валин	Лейцин	Изолейцин	Фенилаланин	Тreonин	Триптофан	Лизин	Аланин	Серин	Аспарагин	Глутамино-	Ван. кислоты	Тирозин	Лизин	
				1967 год																		
52	27/II	Корм крупный	13,9	1,5	6,3	7,1	2,6	4,5	7,5	4,8	6,1	4,5	1,1	6,5	5,4	3,5	10,3	13,1	3,1	2,8	2,9	
53		Мука из крупного корма с Бот	55,2	0,9	3,3	5,7	2,4	5,4	7,3	4,9	4,9	4,5	1,5	5,9	5,6	3,5	10,5	13,7	2,6	2,2	3,2	
42	14/II	Корм крупный	15,7	0,7	4,3	12,6	2,2	5,6	7,4	4,7	5,9	3,7	0,9	3,7	6,1	2,2	8,7	13,6	3,7	1,9	2,5	
43		Жом из крупного корма	17,4	1,4	6,4	7,1	2,1	5,1	6,6	4,6	5,7	4,7	0,7	6,3	5,4	3,1	11,3	11,4	2,7	1,7	3,1	
44		Мука из жом с Бот	56,2	1,1	5,8	6,1	2,4	5,5	6,9	4,8	5,2	3,6	1,2	6,4	5,0	3,1	8,2	11,6	5,7	2,4	3,6	
48	15/II	Корм мелкий	13,3	1,3	5,6	8,9	2,7	5,9	8,0	5,3	6,1	4,2	1,0	5,6	7,4	3,6	12,3	11,7	3,3	-	2,9	
49		Жом из мелкого корма	10,9	1,5	2,8	7,4	2,3	5,9	8,0	5,4	5,5	3,3	0,9	3,8	6,9	3,9	9,2	11,1	2,8	-	2,8	
51	20/II	Мука из жом (30%) и из корма (70%)	51,7	1,4	5,6	5,9	2,6	6,1	7,9	5,4	6,0	4,2	1,8	5,8	6,3	3,7	10,8	12,9	2,5	3,0	4,0	
				1968 год																		
31	9/II	Корм крупный	16,2	1,7	6,2	7,3	2,7	5,2	7,3	5,3	4,1	3,5	0,7	5,2	5,8	2,7	9,9	12,2	3,2	5,8	4,9	
21	9-10/II	Мука из крупного корма	53,2	1,9	5,9	6,2	2,9	5,9	8,0	6,0	4,4	3,9	1,5	5,4	5,9	3,1	10,6	13,9	3,1	5,0	-	
32	29-30/II	Корм крупный	14,7	1,8	6,5	6,1	2,4	5,0	7,0	4,5	3,8	3,3	0,7	4,7	5,0	2,7	9,7	11,4	3,9	5,9	3,6	
23		Мука из крупного корма с Бот	59,2	1,2	4,4	3,0	2,0	5,2	7,9	5,1	4,4	3,6	1,5	5,1	5,9	3,1	9,7	12,9	3,1	5,2	-	
29		Корм	12,7	1,8	7,7	7,5	2,0	5,4	6,7	4,9	3,8	3,4	0,7	6,1	5,9	2,8	9,0	10,8	2,9	6,1	3,1	
30	8-9/II	Жом из корма	16,4	1,1	4,5	7,1	2,5	5,0	6,6	4,7	3,6	3,1	0,7	5,5	5,3	2,5	9,3	11,1	2,7	5,2	-	
20		Мука из жом	55,0	1,6	5,1	4,8	2,0	5,3	6,7	4,9	3,8	3,3	1,7	5,1	5,3	2,6	9,0	11,7	2,5	5,4	4,3	

Таблица 3

Колебания в содержании аминокислот в криле,
жоме и муке из криля и крилевого жома

Аминокислоты	Содержание аминокислот (в % к белку)		
	Криль	Ж о м	Мука из криля и крилевого жома
Гистидин	1,3-1,8	1,1-1,5	0,9-1,9
Аргинин	3,6-7,7	2,8-6,4	3,3-5,9
Л и з и н	6,1-12,6	7,1-7,4	3,0-6,2
Метионин	2,0-2,7	2,1-2,5	2,0-2,9
В а л и н	4,5-5,9	5,0-5,9	5,2-6,1
Лейцин	6,7-8,0	6,6-8,0	6,7-8,0
Изолейцин	4,5-5,3	3,6-5,7	4,8-6,0
Фенилаланин	3,8-6,1	3,6-5,7	3,8-6,0
Треонин	3,3-4,5	3,1-4,7	3,3-4,5
Триптофан	0,7-1,1	0,7-0,9	1,2-1,8
Глицин	4,7-6,5	3,8-6,3	5,1-6,4
С е р и н	2,2-3,6	2,5-3,9	2,6-3,7
Аланин	5,0-7,4	5,3-6,9	5,3-6,3
Аспарагиновая кислота	8,7-12,3	9,2-11,3	8,2-10,8
Глютаминовая кислота	10,8-13,6	11,1-11,4	11,4-13,9
Тирозин	2,9-3,9	2,7-2,8	2,5-2,8
Пролин	1,9-6,1	1,7-5,2	5,0-5,4

Интересно сравнить питательную ценность белков нового кормового объекта - криля - с питательной ценностью белков других ракообразных, например, креветки и омара, получивших признание как ценные пищевые продукты.

Из сопоставления аминокислотного состава белков криля и тихоокеанской креветки и омара (Borgstrom, 1962) следует, что содержание гистидина, лизина, метионина, треонина, триптофана, глицина, аланина, тирозина, пролина в белках криля практически не отличается от содержания их в белках креветки и омара. В белках криля наблюдается пониженное количество аргинина, глютаминовой и аспарагиновой кислот и повышенное - валина и фенилаланина. По-видимому, следует

считать, что по своей питательной ценности эти белки очень близки между собой.

Таблица 4

Среднее содержание аминокислот в криле и в полученной из него муке по годам (в % к белку)

Аминокислоты	Крыль свежий ^{х/}		Мука кормовая из криля		Крыль мороженный 1967г. ^{xx/}
	1967г.	1968г.	1967г.	1968г.	
Гистидин	1,2	1,8	1,1	1,6	1,8
Аргинин	4,7	5,8	4,9	5,1	8,0
Лизин	9,5	7,0	5,9	5,0	7,6
Метионин	2,5	2,4	2,5	2,3	2,9
Валин	5,3	5,2	5,7	5,4	4,9
Лейцин	7,6	7,0	7,4	7,5	7,8
Изолейцин	4,9	4,9	5,0	5,3	3,6
Фенилаланин	6,0	3,9	5,4	4,2	4,5
Треонин	4,1	3,4	4,1	3,6	4,1
Триптофан	1,0	0,7	1,5	1,6	0,9
Глицин	5,3	5,3	6,0	5,2	4,8
Аланин	6,3	5,8	5,9	5,7	6,0
Серин	3,1	2,7	3,4	3,5	3,5
Аспарагиновая кислота	10,4	9,5	9,8	9,8	8,3
Глутаминовая кислота	12,8	11,5	12,7	12,8	8,0
Тирозин	3,4	3,3	3,6	2,9	5,5
Пролин	2,4	5,9	2,5	5,2	4,3

х/ Стерилизованные пробы.
 xx/ Данные А.А.Ионкиной (1968).

Сравнение аминокислотного состава белков криля и крилевого жема с аминокислотным составом белков муки из них (см.табл.2) показывает, что в процессе высушивания криля и крилевого жема под вакуумом на рыбомучной установке, имеющейся на научно-промышленном судне "Академик Книпович", все аминокислоты, за исключением лизина и в отдельных опытах аргинина, сохранялись полностью. В некоторых случаях уровень лизина снижался до 50% (см.табл.2, проба 23)

Таблица 5

Среднее (по трем образцам) содержание аминокислот в жоме и в полученной из него муке (в % к белку)

Аминокислоты	Крилевый жом 1967-1968 гг.	Мука из крилевого жома 1967-1968 гг.
Гистидин	1,3	1,4
Аргинин	4,6	5,3
Лизин	7,2	5,6
Метионин	2,3	2,3
Валин	5,3	5,6
Лейцин	7,1	7,2
Изолейцин	4,9	5,0
Фенилаланин	4,9	5,0
Треонин	4,4	3,7
Триптофан	0,8	1,6
Глицин	5,2	5,8
Аланин	5,9	5,5
Серин	3,2	3,1
Аспарагиновая кислота	9,9	9,3
Глутаминовая кислота	11,2	12,7
Тирозин	2,7	3,5
Пролин	3,5	3,6

Снижение содержания лизина в опытах согласуется с литературными данными о том, что в процессе приготовления кормовой муки из всех аминокислот, содержащихся в белках, наибольшим изменениям подвергается лизин, главным образом свободный (Geiser, Contrera, 1967).

При сушке криля потери лизина были несколько большими, чем при сушке жома (см.табл.4, 5): соответственно 30-38 и 22%. По-видимому, большая часть свободного лизина перешла в отжатый из криля сок, и поэтому в белках жома содержание его снизилось. По содержанию остальных аминокислот белки криля почти не отличались от белков жома.

Несмотря на то что по органолептическим показателям (цвет, запах) мука из криля и крилевого жома, приготовленная в 1968 г., была значительно хуже, чем мука, приготовленная в 1967 г., аминокислотный состав их почти одинаков.

Интересно сравнить полученные нами данные по аминокислотному составу муки из криля как нового вида кормового продукта с одним из видов выпускаемой промышленностью кормовой рыбной муки. Белки муки из криля очень сходны по аминокислотному составу с белками муки из каспийской кильки (приготовленной способом прямого высушивания), которая, как известно, отличается высокой кормовой ценностью.

В белках муки из криля по сравнению с белками муки из кильки низким было содержание только двух незаменимых аминокислот: гистидина и лизина; повышенным — содержание лейцина и изолейцина, а также некоторых заменимых аминокислот.

В ы в о д ы

1. Результаты исследований аминокислотного состава белков криля, крилевого жома, муки из криля и из жома свидетельствуют о том, что эти продукты содержат все незаменимые и заменимые аминокислоты (оксипролин и цистин не определяли) и являются полноценными.

2. В процессе высушивания криля и крилевого жома на рыбомучной установке разрушался лизин и в некоторых случаях аргинин. Все остальные аминокислоты сохранились.

3. Белки муки из криля по своему аминокислотному составу незначительно отличаются от белков высококачественной рыбной муки из каспийской кильки.

Л и т е р а т у р а

Арсеньев В.А. Распределение кормовых пятен и скопления усатых китов в Антарктике. Труды ВНИРО. Т. XXXXIII, 1958.
Егорова Л.Н., Трещева В.И., Кобозов С.М. Кормовая мука из криля. "Рыбное хозяйство", 1962, № 3.

- Ильичев Е.Ф. Химический состав криля и использование его на кормовые и пищевые цели. Сб. "Антарктический криль". Изд. АтлантНИРО, Калининград, 1965.
- Ионкина А.А. Аминокислотный состав кормов, применяемых в пушном звероводстве. Научные труды НИИ пушного звероводства и кролиководства. Т.УП, 1968.
- Николаева Н.Е. Аминокислотный состав белка - коагулянта криля. Труды. ВНИРО. Т.ХШ, 1967.
- Geiser, H., Contrera, E. The nature of heat damage in anchovy meals by fat oxidation. "Fish. News Intern.", v.6, N 9, 1967.
- Marr, G.W.S. The natural history and geography of the Antarctic krill. Discovery Reports. V. XXXII, 1962.
- Moore, S., Spackman, D.H., Stein, W.H. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino-acids. "Anal. Chem." V.30, 1958.
- Borgstrom, G. Shellfish protein - nutritive aspects. "Fish as Food". V. II, 1962.