

GANTC), Ava II (GGA/TCC), Rsa I (GTAC), Hae III (GGCC), Alu I (AGCT). The quantity of restriction sites concerning the analyzed endonucleases is the following: Hinf I – 1, Ava II – 3, Rsa I – 2, Hae III – 4, Alu I – 0. The analysis of restriction sites has shown the absence of polymorphism by endonucleases data at all investigated samples, except one – Bon-tzagan-nur. Besides the osmans from of the Lake Valley basin (Bon-tzagan-nur, Taytzyngol) have the obvious differences in arrangement of restriction sites of endonuclease Hinf I.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЛЕСНЫХ ЛАМБАХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Н.А. Лаптева, Е.А. Соколова

Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Ярославская обл., Россия
e-mail: lap@ibiw.yaroslavl.ru

Малые озера Карелии (лесные ламбы) в разной степени испытывают влияние болотных вод и содержат значительное количество гуматов. Это небольшие, слабопроточные озера с малой глубиной, площадь водосбора и питание которых обеспечивается в основном стоком окружающих болот. Особенности химического состава воды и степень трофности ламб определяются типом болот (верховые или низинные) (Харкевич, 1960).

В основу подбора ламб для исследования сообществ микроорганизмов были положены их характеристики: разная степень гумификации, неравномерное распределение по вертикали физико-химических параметров в период стагнации. Задачей настоящей работы было изучение распределения микроорганизмов и их структурно-функционального разнообразия в разных экологических зонах озер.

Материалы и методы исследования

Обследованные озера – Лесная ламба, Крюкламба, Габозеро и ламбы Вороновская–1 и 2 расположены вблизи г. Петрозаводска в районе с. Кончезеро; Куалика, Корбламба – в п. Вешкелицы Суоярвицкого района. Образцы проб были отобраны в августе 1983 г. в период температурной стратификации. Определяли общую численность бактерий, количество гетеротрофных и сульфатредуцирующих бактерий (Романенко, Кузнецов, 1974). Морфологическое и видовое разнообразие микроорганизмов изучали под световым и электронным микроскопами (Лаптева, 1976). Анализировали физико-химические параметры по методикам (Алекин и др., 1973, Романенко и др., 1990). Из функциональных показателей определяли первичную и бактериальную продукцию в воде и скорость сульфатредукции в илах радиоизотопным методом, аэробную деструкцию – кислородным методом.

Результаты и обсуждение

Озера входят в зону низкоминерализованных вод подзолисто-болотных почв и различаются по уровню трофии. Ламбы гумифицированы в разной степени. Значения рН снижались соответственно увеличению гумификации (табл. 1). Самая высокая цветность (150^0 в поверхностном слое воды и 260^0 у дна) отмечена в дистрофной Крюкламбе, а наиболее низкие значения ($5-20^0$) – в олиготрофной и евтрофной Вороновской ламбе–1 и 2. Значительная цветность воды у дна (250^0) зарегистрирована в евтрофной Корбламбе. По температурному режиму исследованные озера относились к димиктическим. В придонных горизонтах температура была постоянно низкой, от 4 до 8^0C . Снижение температуры сопровождалось, как правило, уменьшением кислорода до нулевых значений в придонных слоях, за исключением Вороновской ламбы–2. В дистрофной Крюкламбе и евтрофной Куалике кислород исчезал на верхней границе гипolimниона. Неравномерное распределение по вертикали температуры, кислорода, закисных форм железа и марганца создавали четко разграниченные экологические ниши для благоприятного развития различных групп бактерий (Дубинина, 1976).

Это наложило существенный отпечаток на специфику протекания микробиологических процессов в озерах. Распределение бактерий по вертикали было неравномерным (табл. 1). Минимальное их количество наблюдали в поверхностном слое воды, резкое увеличение – в слое термоклина

и максимум – в придонных горизонтах. Это связано со скоплением в этих зонах детрита и отмершего фитопланктона. Автохтонное органическое вещество (ОВ) в исследованных ламбах образовывалось за счет фотосинтеза фитопланктона, а в мезотрофных и евтрофных озерах в верхней зоне гипolimниона и за счет фотосинтезирующих серобактерий (табл. 2). Наиболее интенсивно фотосинтез водорослей протекал в поверхностном слое евтрофных неглубоких ламб Карасево и Куалика (до 290 мкгС/(л·сут)) (табл. 2). С глубиной он снижался и на 3.5 м составлял 50 мкгС/(л·сут) и 11 мкгС/(л·сут) соответственно. Бактериальный фотосинтез зарегистрировали в евтрофной Корбламбе на границе сероводородной зоны при резком снижении кислорода в условиях проникновения света. В олигогумозных ламбах максимум фотосинтеза фитопланктона 65–70 мкгС/(л·сут) был определен в 3-х метровом слое воды, в полигумозной Крюкламбе при прозрачности 0.65 м он был отмечен у поверхности и снижался с глубиной. Деструкционные процессы шли более интенсивно по сравнению с первичной продукцией. Значительные величины (0.5 мкгС/(л·сут) и 0.87 мкгС/(л·сут)) зарегистрированы в евтрофных озерах Корбламба и Карасево на глубинах 0.2 и 3.0 м соответственно (табл. 2). В евтрофной Вороновской ламбе максимальная величина была отмечена в придонных горизонтах при содержании кислорода 1.5 мг/л. С меньшей скоростью распад ОВ происходил в олиготрофной и мезотрофной ламбах. Биосинтетическая активность бактерий невысока в поверхностных слоях олиготрофной и дистрофной ламб. Темновая фиксация углекислоты в мезотрофной и в евтрофных мезогумозных ламбах увеличивалась от слоя термоклина до придонных горизонтов. В дистрофной ламбе бактериальная продукция превышала первичную продукцию в поверхностном слое воды, а в мезотрофной ламбе – по всей глубине водной толщи. В евтрофных ламбах наибольшая бактериальная продукция отмечена в термоклине.

Таблица 1

Вертикальное распределение бактерий и физико-химических факторов в лесных ламбах Карелии

Озеро	Глубина, м	Температура, °С	Содержание O ₂ , г/л	Цветность, °	ОЧБ, млн.кл./мл	Карбонаты, мгС/л
Крюкламба	0.2	20.0	6.5	140	3.6	2.4
	1.5	18.0	3.0	–	4.0	2.8
	2.0	14.5	1.1	150	3.5	8.2
	3.0	10.0	1.3	–	–	7.7
	3.5	8.5	0.5	150	2.7	–
	8.0	4.4	0	260	1.8	15.8
Вороновская-1	0.2	21.0	–	5	2.1	2.4
	3.0	20.0	6.9	10	4.0	2.4
	5.0	16.0	6.9	10	1.1	2.4
	7.0	10.0	0.3	20	7.3	3.1
	13.0	5.0	0	35	3.1	1.9
Лесная ламба	0.2	20.5	5.0	50	2.2	12.0
	2.0	18.0	2.9	50	9.7	21.6
	4.0	7.0	0	130	2.5	29.7
Вороновская-2	0.2	19.5	6.5	20	4.6	2.4
	3.0	18.5	4.0	20	2.1	8.2
	3.5	16.5	3.0	20	1.8	2.9
	4.5	12.0	1.5	20	5.6	4.8
Корбламба	0.2	16.5	8.1	20	0.6	4.8
	3.0	16.0	8.0	20	1.7	14.4
	4.0	10.0	0.2	200	4.3	45.0
	4.5	8.0	0	250	5.3	52.8
Куалика	0.2	15.5	7.5	30	0.1	1.2
	2.0	15.5	2.6	30	–	3.8
	3.0	14.3	–	30	–	–
	3.5	13.5	1.8	30	1.4	3.8
	4.0	9.5	1.4	30	2.6	7.0
	5.0	7.0	0	30	3.6	17.0
	6.0	5.0	0	30	–	17.3
	8.0	5.0	0	60	4.9	21.6

Примечание: ОЧБ – общая численность бактерий

Продукционно-деструкционные процессы в лесных ламбах Карелии

Озеро	Тип трофии	Глубина, м	ФВ	БФ	Д	ТА
			мкгС/(л·сут)			
Крюкламба	дистрофное	0.2	59.0	0	160	2.7
		1.5	2.6	0	290	1.2
		2.0	4.4	0	180	1.2
		3.0	1.7	0	0	2.0
		8.0	0	0	0	5.0
Вороновская-1	олиготрофное	0.2	65.1	0	90	1.2
		3.0	70.0	0	60	0.7
		5.0	15.5	0	40	0.4
		6.0	0	0	–	0.2
		7.0	0	0	–	0.4
		13.0	0.6	0	13	0.5
Лесная ламба	мезотрофное	0.2	15.0	0	45	3.5
		2.0	10.1	0	100	4.7
		2.5	–	0	–	7.0
		3.0	8.1	0	–	5.1
		4.0	20.0	0	–	8.5
Вороновская-2	евтрофное	0.2	67.0	0	180	3.0
		2.0	38.0	0	100	1.1
		3.5	7.2	0	100	3.5
		4.5	7.4	0	270	5.4
Корбламба	евтрофное	0.2	58.6	0	430	2.8
		3.0	31.0	44	550	–
		3.5	95.0	128	120	7.0
		4.5	0	33	0	5.0
Куалика	евтрофное	0.2	213.0	0	130	2.3
		3.5	11.0	0	130	–
		4.0	2.0	2.0	300	10.0
		5.0	2.0	0	0	11.0
Карасево	евтрофное	0.2	287.0	0	870	7.4
		3.0	29.5	34	570	28.5
		3.5	54.0	71	0	71.0

Примечание: Ф – фотосинтез водорослей; БФ – бактериальный фотосинтез; Д – деструкция; ТА – темновая ассимиляция; "–" – отсутствие данных

В придонных слоях воды и донных отложениях озер мы изучали процесс бактериальной редукции сульфатов, играющий важную роль на терминальных этапах анаэробной деструкции ОВ. Основными факторами, влияющими на численность и активность сульфатредуцирующих бактерий, являются: содержание ОВ, температура, концентрация сульфатов и окислительно-восстановительные условия (Кузнецов и др., 1985; Gibson, 1990). По данным Буторина (1991), в иловых отложениях озер Карелии содержание общего органического углерода колебалось от 7.5 до 10.8 мг/г сырой навески, количество углерода усвояемых фракций варьировало от 1.2 до 3.0 мг/г (табл. 3). Наиболее низкие величины окислительно-восстановительного потенциала (Еh и гН₂) отмечены в евтрофных озерах, более высокие – в илах олиготрофной (Вороновская-1) и мезотрофной (Габозеро) ламб. В придонном слое воды большинства озер кислород отсутствовал или его концентрация не превышала 1.5 мг/л.

В илах озер содержалось от 8.8 до 15.4 мгS/кг сырого ила сульфатов, и только в Корбламбе их было 42.8 мгS/кг (табл. 4). В олиготрофном озере в воде сероводород не был обнаружен, в евтрофных он содержался в количестве до 15 мгS/л. В илах олиготрофной и мезотрофной ламб концентрация сульфидов изменялось от 0 до 27 мгS/кг, в евтрофных же достигало значительных величин: 100 мгS/кг в Куалике и 175 мгS/кг ила в Корбламбе. По данным Дубининой (1976), в малых ламбах Карелии закисные формы железа содержались в количестве до 4 мг/л и марганца до 1 мг/л. В таких озерах, обогащенных солями закисного железа и обедненных сульфатами, сероводород связывается в нерастворимые сульфиды железа и осаждается (Горленко и др., 1977).

Физико-химическая характеристика донных отложений озер

Озера	pH	Eh, мВ	rH ₂	Влажность, %	O ₂ у дна, мг/л	¹ C _{общ} , мг/г	¹ C _{усв} , мг/г	Потери при прокаливании, %
Крюкламба	5.0	+50	11.7	96.7	0	8.4	1.2	68.9
Вороновская-1	5.8	+150	16.8	97.1	0.4	–	–	91.2
Габозеро	6.4	+170	18.7	87.8	1.2	10.1	3.0	21.5
Вороновская-2	5.9	–	–	97.9	1.5	7.7	1.2	91.3
Корбламба	6.6	+15	13.7	96.0	0	9.4	1.8	50.2
Куалика	6.4	-40	11.4	95.6	0	10.8	1.6	61.5
Карасево	5.8	+10	11.9	87.8	0	7.5	1.5	91.3

Примечание: ¹ – данные Буторина (1991); «–» – отсутствие данных

Процесс бактериальной редукции сульфатов в донных отложениях озер

Озеро	Содержание сульфатов, мгS/кг	Содержание сероводорода		Численность СРБ		Скорость сульфатредукции, мгS/(кг · сут)
		вода, мгS/л	ил, мгS/кг	вода, тыс.кл./мл	ил, тыс.кл./г	
Крюкламба	13.7	7.4	19.0	0.07	12.5	0.020
Вороновская-1	8.8	0	27.2	–	50.0	0.140
Габозеро	15.4	1.9	0	0.01	5.0	0.010
Вороновская -2	14.3	0.7	5.4	0.5	12.5	0.241
Корбламба	12.6	14.9	175.4	0.1	50.0	0.054
Куалика	42.8	3.3	99.3	4.0	650.0	0.072
Карасево	9.3	4.5	17.7	3.0	150.0	0.505

Примечание: СРБ – сульфатредуцирующих бактерий

Численность сульфатредуцирующих бактерий в придонных слоях воды (3–4 тыс. кл./мл) и донных отложениях (150–650 тыс. кл./г ила) была самой высокой в евтрофных ламбах Куалика и Карасево. Наибольшие скорости процесса сульфатредукции также зарегистрированы в евтрофных ламбах – до 0.5 мгS/(кг · сут) (оз. Карасево).

На формирование микробных сообществ в лесных ламбах влияют несколько факторов: температура, кислород, свет, железо и марганец. Изменение температуры по глубине обуславливает создание аэрированного эпилимниона, слоя температурного скачка и анаэробной зоны гипolimниона. Характеризуя микрофлору на основании изучения только морфологических признаков под электронным и световым микроскопами, мы наблюдали некоторые особенности распределения микроорганизмов в отдельных экологических зонах. В эпилимнионе олиготрофной и мезотрофной ламб, где протекал фотосинтез фитопланктона, основная часть бактерий представлена кокковидными формами с размерами 0.1–0.3 мкм и мелкими палочками 0.2–0.5 мкм. В Вороновской ламбе с низкой минерализацией и цветностью и высокой прозрачностью воды (7 м) находили нитчатые стебельковые формы. Доминировали более крупные по размеру клетки 1.7–2.2 мкм и каулобактерии. В евтрофных озерах при значительном фотосинтезе у поверхности присутствовали более разнообразные формы, нежели в олиготрофных и мезотрофных. Обнаружены спириллы с биполярными выростами, микоплазмоподобные нити, банальные формы. Наблюдалось массовое развитие почкующихся бактерий р. *Planctomycetes*, которые составляли 4% от ОЧБ (Дубинина, 1976). *Caulobacter* встречался в зоне термоклина ряда озер, где температура была в пределах 10–14⁰С и содержание кислорода до 1 мг/л. Здесь отмечали и наибольшее разнообразие бактериальных форм. Так, в микроаэрофильной зоне Лесной ламбы, где содержалось до 5 мг/л закисного железа, регистрировали в значительных количествах скользящие ожелезненные нити, крупные сферические формы, большинство из которых относилось к роду *Arthrobacter*. Глубже, в зоне гипolimниона, в условиях проникновения света и наличия сероводорода, развивались фототрофные серобактерии. Здесь также было зафиксировано наличие микоплазменных кокковидных форм рода *Siderococcus*, которые были сосредоточены на клетках других бактерий (Лаптева, 1983). В зоне термоклина и гипolimниона евтрофных ламб наблюдали специфичные бактерии. Так, в Корбламбе находили пластинки палочковидных клеток до 16 мкм, скользящие нитчатые бактерии, зеленые серные бактерии

Chloroplana, *Pelochromatium*, клетки с газовыми вакуолями. В придонном слое обитали спирохеты, крупные палочковидные формы. Специфичные бактериальные формы находили в микроаэрофильных и анаэробных зонах евтрофных ламб Карасево и Куалика. К ним относились клетки бактерий, имеющие выросты, нитчатые и простекатные формы, фототрофные бактерии, *Pelodictyon*, *Ancalochloris*, *Chlorochromatium*. В полигуמוзной Крюкламбе находили, в основном, банальные формы, а в придонных горизонтах споровые и скользящие бактерии.

Численность и распределение гетеротрофных микроорганизмов также тесно связаны с типом трофности озер и их с физико-химической характеристикой. Так, численность сапрофитных и олиготрофных бактерий была невысокой в менее продуктивных водоемах, где первые составили от 0.2–0.8 тыс.кл./мл. Олиготрофных бактерий было учтено от 0.1 до 10.0 тыс. кл./мл с максимумом в зоне эпилимниона. В евтрофных ламбах число сапрофитных микроорганизмов варьировало от 5 тыс.кл./мл до 13 тыс. кл./мл, а олиготрофные бактерии составили от 10 тыс.кл./мл до 100 тыс.кл./мл. Их наибольшие величины постоянно учитывали в придонных горизонтах воды. В полигуמוзной Крюкламбе число сапрофитных бактерий снижалось с глубиной от 1.0 тыс.кл./мл в эпилимнионе до 0.4 тыс.кл./мл в придонной воде. Олиготрофные бактерии составили 1.0 тыс.кл./мл в поверхности с повышением в зоне термоклина до 10.0 тыс.кл./мл.

Таким образом, выбранные нами сроки анализов (август) дали возможность наблюдать градации температуры, кислорода, железа, марганца и сероводорода в димиктических озерах и изучить структурно-функциональные особенности распределения микроорганизмов в разных экологических зонах. Развитие гетеротрофных бактерий зависело от лабильного ОВ, которое, в основном, продуцировали водоросли, и от температуры, резкое изменение которой, как правило, сопровождалось увеличением их численности. Для исследованных ламб характерен низкий фотосинтез водорослей. В евтрофных озерах фотосинтез осуществляли и фототрофные серобактерии. Их экологическая ниша располагалась чаще всего в верхнем слое гипolimниона и придонном слое при наличии света, сероводорода и при дефиците кислорода или его отсутствии. Детальный анализ фотосинтезирующих бактерий другими авторами (Горленко и др., 1977) показал, что даже в пределах одной экологической ниши развитие определенных их групп зависит от того, какие они имели фотосинтезирующие пигменты. Деструкционные процессы в десятки и сотни раз превышали продукционные в зависимости от трофности озера и экологической зоны развития фитопланктона. Биосинтетическая активность бактерий была характерна для слабо гумифицированных озер. Максимальные ее величины также зависели от расположения экологических зон. Незначительная скорость сульфатредукции объясняется, очевидно, дефицитом лабильного ОВ. Невысокое содержание сероводорода в большинстве озер может быть связано с активным развитием фототрофных бактерий, которые его окисляют. В целом, на формирование микробных сообществ и их функционирование оказывают влияние внешние факторы: свет, температура, содержание кислорода, соединений железа и сероводорода.

Литература

- Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А., 1973. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеоиздат. 270 с.
- Буторин А. Н., 1991. Бактерии и бактериальные процессы на границе донные отложения – вода в пресных водоемах: Автореф. дис.... канд. биол. наук. М. . 29 с.
- Горленко В. М., Дубинина Г.А., Кузнецов С. И., 1977. Экология водных микроорганизмов. М.: Наука. 289 с.
- Дубинина Г. А., 1976. Изучение экологии железобактерий пресных водоемов // Изв. АН СССР. сер. Биол. № 4. С. 575–592.
- Кузнецов С. И., Саралов А. И., Назина Т. Н., 1985. Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах. М.: Наука. 213 с.
- Лаптева Н. А., 1976. Электронно-микроскопическое изучение микрофлоры Рыбинского водохранилища // Микробиология. Т. 45. С. 547–550.
- Лаптева Н. А., 1983. Электронная микроскопия микроорганизмов из лесных ламб Карелии // Микробиология. Т. 52, № 1. С. 114–118.
- Романенко В. И., Кузнецов С. И., 1974. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л.: Наука. 194 с.
- Романенко В. И., Рыбакова И. В., Соколова Е. А., Лайош Вереш., 1990. Вариант диффузного метода определения свободной углекислоты, карбонатов и сульфидов в воде и донных отложениях в закрытом сосуде // Гидробиол. журн. Т. 26, № 5. С. 64–69.
- Харкевич Н. С., 1960. Материалы по малым лесным озерам (ламбам Карелии) // Труды Карельского филиала АН СССР. вып. 27. С. 70–133.
- Gibson G. R., 1990. Physiology and ecology of the sulfate-reducing bacteria // Journal of Applied Bacteriology. V. 69. P. 769–797.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL DIVERSITY OF MICROORGANISMS IN SMALL FOREST LAKES OF KARELIA

N.A. Lapteva, E.A. Sokolova

Papanin Institute for Biology of Inland Water, Russian Academy of Sciences,
Borok, Yaroslavl reg., Russia, e-mail: lap@ibiw.yaroslavl.ru

Structural and functional diversity of microorganisms was studied in small lakes of Karelia subjected to different effect of marsh waters. Uneven distribution of temperature, O₂, Mn²⁺, Fe²⁺ and hydrogen sulfide created different ecological zones for microorganism development. In the epilimnion of eutrophic small lakes the phytoplankton production amounted to 0.2-0.3 mgC/(l day) and destruction 0.5-0.8 mgC/(l day). Under light conditions on the boundary of H²S and O² contact the bacterial photosynthesis occurred. Lakes with high color of water were characterized by low photosynthesis and high destruction. Abundance of bacteria and their biosynthetic activity in lakes increased with depth and were minimal in the epilimnion. The highest diversity of bacteria was marked in microaerophilic zone of the thermocline and hypolimnion of eutrophic lakes where phototrophic and iron bacteria, micoplasmic, sliding and prostecobacteria were found. Sulphate reducing bacteria developed in the near bottom layer and silts reaching their maximum in eutrophic small lakes, where the highest rates of sulphate reduction up to 0.5 mgS/(kg day) were recorded.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕПАТОПАНКРЕАСА КРАБА-СТРИГУНА *CHIONOECETES OPILIO* В ПОЛУЧЕНИИ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ТРЕСКИ

И.И. Лыжов¹, К.С. Рысакова¹, В.А. Мухин¹, В.Ю. Новиков¹, А.Ю. Широина²

¹Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии
им. Н. М. Книповича (ПИНРО), г. Мурманск, Россия

²Мурманский государственный технический университет (МГТУ), г. Мурманск
e-mail: lyzhov@pinro.ru

Введение

В настоящее время в Баренцевом море наблюдается рост численности и расширение ареала обитания краба-стригуна *Chionoecetes opilio*. Ожидается, что в ближайшие годы произойдет значительное увеличение численности краба, в первую очередь в восточной части Баренцева моря, что позволяет считать вселенца перспективным для промысла. В связи с этим возникает необходимость разработки способов его рационального использования с точки зрения технологии.

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации неиспользуемого белка является получение из него белковых гидролизатов, которые могут применяться в качестве питательной основы для микробиологических диагностических сред, кормовых компонентов для рыб, птицы и сельскохозяйственных животных, питательных растворов для послеоперационных больных и т. д. (Мухин, 2001). Кроме этого, белок может использоваться не только в качестве субстрата для ферментализации, но и в качестве источника протеолитических, хитиноподобных, липолитических и иных ферментов. Применение гепатопанкреаса краба-стригуна представляется наиболее перспективным именно в этом качестве.

Гидролиз белков может быть осуществлен двумя способами: химическим (под действием кислот и щелочей) или биологическим (под действием протеолитических ферментов) (Технология рыбы..., 2006).

По составу гидролизаты представляют собой смесь аминокислот и низкомолекулярных полипептидов, которые легче усваиваются животными, чем белки кормовой муки. Кроме того, обработанные соответствующим образом белковые гидролизаты используются в медицинской практике, где они могут служить в качестве составляющих частей диет. В качестве препаратов для энтерального питания подходят нативные белковые продукты (плазма, альбумин), а также белковые гидролизаты (гидролизат казеина ЦОЛИПК, гидролизат Л-103 и аминокислот). Их применяют, главным образом, для восстановления послеоперационных больных.

Гидролиз белков под действием кислоты называется кислотным гидролизом, а полученный продукт – кислотным гидролизатом. Кислотный гидролиз является достаточно технологичным и не содержит опасности бактериального загрязнения окружающей среды. Однако этот способ имеет недостаток – в ходе гидролиза происходит частичное разрушение ряда аминокислот (триптофан, цистин, метионин и др.).