

М. А. ТЕР-КАРАПЕТЯН, Дж. А. ГЕВОРКЯН

ОБМЕН АМИНОКИСЛОТ У ДРОЖЖЕЙ РОДА *CANDIDA*

7. Изменения запасного фонда аминокислот *C. albicans* при усвоении отдельных ациклических аминокислот и пролина

Изучению состава легкорастворимых аминокислот, названных «запасным фондом» («pool» у зарубежных авторов) дрожжевых организмов, ввиду важности этих соединений как предшественников структурных белков и ферментов, посвящено значительное число работ [6, 8, 9, 11—13, 16, 17, 20]. В ряде работ исследован род *Candida* [3, 12] в связи с получением из отдельных его видов микробиальной массы пищевого и кормового значения, а также с патогенностью некоторых его представителей. К последним относится *C. albicans*, биология и определенные стороны химизма которой (в частности полисахариды, обуславливающие ее антигенные свойства) довольно хорошо исследованы [2]. Изучен представляющий особый интерес вопрос об отличии по различным аспектам метаболизма (энергетический обмен, углеродное, азотное, витаминное питание и др.) *C. albicans* и других видов рода *Candida*, а также показатели, по которым отличаются отдельные штаммы *C. albicans*, обладающие различной степенью патогенности [15, 22].

Однако недостаточное внимание уделено вопросу столь большой важности, как азотный обмен *C. albicans*, питание которой происходит в сложной среде животного организма за счет (по большинству данных литературы) исключительно органических источников азота, в основном аминокислот.

В этом отношении изучение суммарного аминокислотного состава биомассы, и тем более только качественный анализ его, вряд ли может дать достаточно данных для характеристики разных видов [1] или для определения степени патогенности разных штаммов [19].

Некоторые работы посвящены изучению значения отдельных белков или аминокислот как единственных источников азота для *C. albicans* в процессе роста культуры в синтетической среде [14, 18, 21].

Результаты названных исследований характеризуют только совокупность азотного питания *C. albicans*; они не освещают вопроса промежуточного обмена азотсодержащих метаболитов, одним из лучших показателей которого является состав и состояние аминокислот запасного фонда.

Ранние работы нашей лаборатории выявили значительные расхождения в составе запасного фонда аминокислот у различных представителей рода *Candida* в зависимости от степени голодания клеток [9], от природы некоторых источников азотного питания, каковыми являются сульфат аммония, аланин, валин, лейцин [6, 8].

Настоящая работа посвящена изучению состава запасного фонда аминокислот у *C. albicans*, выращенной до конца цикла роста в синтетической среде, содержащей глюкозу (основной источник углерода) и отдельные ациклические аминокислоты или пролин в качестве единственных источников азота.

Работа преследует цель выявить особенности взаимопревращения различных аминокислот в запасном фонде клеток *C. albicans*, в частности путем сравнения с другими представителями того же рода; она даст также основания для изучения азотного обмена данного вида в средах, моделированных по аминокислотному составу плазмы, что в конечном итоге приведет к выяснению роли азотного питания *C. albicans* в патогенезе кандидозов.

Важной методической предпосылкой для проведения настоящей работы служило двухступенчатое экстрагирование аминокислот запасного фонда последовательно ацетоном и этанолом (80%), благодаря чему стало возможным более четкое разделение аминокислот при помощи бумажной хроматографии, а также получение ценных сведений о степени связывания невключенных в пептиды аминокислот внутри клетки [5].

Методика. Исследовалась культура *C. albicans* (штамм № 86), полученная из отдела типовых культур Института микробиологии АН СССР.

Состав культуральной синтетической среды, техника получения посевного материала, голодающей культуры, постановка опытов, техника извлечения из свежей биомассы ацетоновых и этаноловых экстрактов описаны нами в предыдущих работах [4, 5].

В качестве источника азота использовался один из следующих ингредиентов (в количествах, равных по азоту): сульфат аммония (NH_4^+), глутаминовая кислота (Глу), аргинин (Арг), пролин (Про), орнитин (Орн), цитруллин (Цит), глутамин ($\text{Глу}-\text{NH}_2$), аспарагиновая кислота (Асп), метионин (Мет), треонин (Тре), изолейцин (Илей), аспарагин ($\text{Асп}-\text{NH}_2$), аланин (Ала), валин (Вал), лейцин (Лей), серин (Сер), глицин (Гли), лизин (Лиз).

Равная по объему смесь ацетонового и этанолового экстрактов варианта сульфата аммония подвергалась гидролизу 6N HCl-ом до получения постоянных количеств аминного азота (через 4 часа в кипящей водяной бане). Максимальное количество аминного азота получалось через 4 часа и при гидролизе кристаллических (чистых) соединений—глутамин и глутатиона. При установленном таким образом режиме был проведен гидролиз смеси ацетонового и этанолового экстрактов отдельных вариантов (по каждому источнику азота) для получения истинного аминокислотного состава растворимой фракции.

Определялся также аминокислотный состав смеси ацетонового и этанолового экстрактов до гидролиза с целью получения приблизительных данных о количестве аминокислот, вовлеченных в пептидные соединения.

Суммарный аминный азот экстрактов до и после гидролиза определялся методом Хартига и Мак-Лина [9]. Количественное определение аминокислот проводилось методом хроматографии на бумаге [5].

На основании экспериментальных данных по анализу экстрактов (после гидроли-

за) высчитывались: аминный азот аминокислот с учетом для всех аминокислот только α -аминоазота; отношения
$$\frac{N(NH_2) \text{ АК}}{N(NH_2) \text{ суммарно}}, \frac{N(NH_2) \text{ суммарно}}{N \text{ общий}}.$$

Результаты исследований. Данные о накоплении аминного азота и растворимых аминокислот, полученные в одном из повторных опытов с отдельными группами аминокислот, обобщены в табл. 1—3.

Приведенные данные получены при изучении биомассы, выращенной до конца цикла роста (определенного по расходу $95 \pm 2\%$ исходной глюкозы). Режимы и другие условия культивирования подробно описаны в предыдущей работе [4].

При учете абсолютного количества накопленного суммарного аминного азота после гидролиза смеси экстрактов изученные источники азота располагаются по следующему убывающему ряду:

Глу > Глу—NH₂ > Асп > Арг > Про > Асп—NH₂ > Сер > Цит > NH₄⁺ >
> Ала > Тре > Орн = Лиз > Гли > Вал > Илей > Лей

При учете отношения $\frac{N(NH_2) \text{ суммарно}}{N \text{ общий}}$ данные источники азота располагаются по следующему убывающему ряду:

Глу > Глу—NH₂ > Асп > Вал > Сер = Асп—NH₂ > Ала = Про = Лей — >>
> Арг > Лиз > Тре > NH₄⁺ > Цит > Орн > Илей > Гли

Таким образом, отдельные аминокислоты, служащие единственным источником азота, сильно отличаются друг от друга как по способности образовывать сумму всех NH₂-содержащих соединений запасного фонда (аминокислоты, амины и др.), так и растворимые формы продуктов их конденсации.

Отсутствие коррелятивной связи между способностью отдельных аминокислот образовывать сумму NH₂-соединений и накапливать продукты их конденсации наглядно проявляется на примере аргинина и пролина, занимающих одно из первых мест по накоплению аминного азота в запасном фонде, но весьма слабых по свойству образовывать собственные пептиды. Обратное явление наблюдается в случае с валином и лейцином.

Глутаминовая кислота, глутамин, аспарагиновая кислота являются наиболее эффективными источниками по двум вышеупомянутым показателям, что полностью согласуется с эффективностью этих аминокислот в стимулировании расщепления глюкозы [4] и с направленностью включения NH₂-группы в синтез аминокислот запасного фонда.

Сульфат аммония занимает среднее место как по сумме NH₂-соединений, так и по способности образовывать пептиды.

Отдельные источники азота расходятся между собой по способности накапливать сумму аминокислот в растворимой фракции. В этом отношении особо отличаются аминокислоты группы глутаминовой кислоты (за исключением орнитина), а также аспарагиновая кислота, в

Таблица 1

Аминокислотный состав суммарной растворимой фракции биомассы *S. albicans* при усвоении различных источников азота
Данные в мг на 100 г абсолютно сухой биомассы

Аминокислоты экстрактов	Исходный		И с т о ч н и к и а з о т а															
			NH ₄		Глу		Арг		Про		Орн		Циг		Глу—NH ₂		Лиз	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Глютат	59	—	195	—	184	—	367	—	198	—	145	—	86	—	640	—	сл.	—
Цис —SH	—	50	—	196	—	113	—	240	—	134	—	72	—	167	—	565	—	—
Орн	47	51	245	276	87	102	160	113	65	100	524	476	265	316	128	186	249	64
Лиз	50	60	276	340	255	403	235	334	115	152	109	201	274	310	322	357	783	532
Асп —NH ₂	32	—	87	—	369	—	476	—	196	—	100	—	111	—	686	—	—	—
Арг	26	15	277	229	51	64	693	494	85	153	100	102	140	152	148	199	—	—
Глу—NH ₂ **	21	—	338	—	725	37	772	69	522	—	204	—	—	—	552	—	78	—
Асп	—	22	—	227	—	483	—	296	—	282	—	121	—	—	—	436	—	сл.
Цит	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1172	1220	—	—	—	—
Сер	30	38	105	163	170	243	190	268	158	204	46	83	—	—	617	473	22	43
Гли	38	45	105	160	168	237	171	222	115	245	55	126	141	196	293	500	32	36
Глу	116	95	522	506	1884	1851	488	450	413	561	437	231	339	330	550	839	312	87
Тре	28	30	99	118	165	198	198	157	155	163	62	83	77	115	284	239	27	49
Ала	55	50	336	386	228	283	548	501	366	402	231	160	185	175	552	559	114	51
Про	58	58	227	227	274	274	295	295	1321	1321	269	269	328	328	565	565	51	51
Тир	34	30	172	173	284	283	258	193	покрыт	про	84	187	85	116	327	246	844	332
Х*	+	+	—	352	сл.	237	—	375	сл.	499	135	203	сл.	313	90	335	сл.	71
ГАМК	64	40	156	86	65	76	310	290	13	75	18	32	25	34	63	91	35	383
Вал-Мет	29	45	58	164	108	694	218	258	101	132	33	130	40	116	182	256	43	92
Фен	127	180	сл.	70	сл.	301	136	311	сл.	249	сл.	151	149	610	412	456	185	390
Лей-Илей	34	70	91	212	148	891	348	686	127	358	68	207	105	239	318	703	112	119
Х*	—	—	—	239	—	218	—	320	—	95	—	148	—	—	—	85	—	222
Х*	—	—	—	116	—	280	—	300	—	206	—	106	—	—	—	68	—	170
Всего	848	879	3289	4240	5165	7268	5863	6172	3950	5331	2620	3189	3592	4737	6729	7158	2887	2692
N (NH ₂) АК	91	94	354	478	571	789	623	693	453	622	280	352	358	479	717	829	278	282
N (NH ₂) суммарно	—	—	380	520	783	1080	500	780	500	730	280	380	440	550	680	1010	380	380

1. До гидролиза экстрактов. 2. После гидролиза экстрактов.

* Расчеты по лейцину.

** Цифры в графе „до гидролиза“ означают сумму Глу—NH₂ и Асп.

Аминокислотный состав суммарной растворимой фракции биомассы *S. albicans* при усвоении различных источников азота
Данные в мг на 100 г абсолютно сухой биомассы

Аминокислоты экстрактов	И с т о ч н и к и а з о т а																		
	Асп		Илей		Тре		Мет	Асп—NH ₂		Ала		Вал		Лей		Гли		Сер	
	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Глютат	146	—	166	—	131	—	197	348	—	85	—	50	—	88	—	96	—	84	—
Цис—SH	—	81	127	196	173	198	528	—	179	—	72	—	27	21	75	—	50	сл.	56
Орн	116	167	43	24	13	14	94	155	164	144	177	65	64	25	23	118	79	146	85
Лиз	225	287	130	70	88	63	298	210	241	190	212	145	149	89	88	154	121	197	156
Асп—NH ₂	305	—	313	—	103	—	385	766	—	304	—	86	—	46	—	54	—	118	—
Арг	45	123	53	32	63	57	276	99	88	111	132	68	66	23	17	—	91	—	—
Глу—NH ₂ **	1388	—	168	—	186	—	571	580	—	236	—	188	—	168	—	243	—	258	—
Асп	—	1210	—	18	—	40	—	700	—	—	185	—	103	—	24	—	96	—	63
Сер	203	279	83	70	111	84	178	117	203	65	126	65	74	39	45	129	93	316	287
Гли	176	297	105	83	84	77	163	110	194	70	131	44	68	34	44	142	121	110	74
Глу	682	1039	359	48	235	69	845	540	587	441	291	263	83	287	46	391	119	475	96
Тре	151	164	46	12	947	793	194	135	139	136	151	86	77	27	16	94	76	134	76
Ала	377	405	157	53	69	41	135	308	285	540	431	200	106	108	38	236	87	354	128
Про	204	204	46	46	40	40	+	168	168	79	79	93	93	77	77	58	58	168	168
Тир	167	197	сл.	338	122	341	111	189	182	64	185	38	108	сл.	220	52	205	106	170
X*	49	329	—	70	—	103	97	—	308	60	314	72	257	—	49	сл.	43	—	29
ГАМК	30	56	—	—	—	—	—	42	48	29	62	58	51	сл.	20	28	68	148	65
Вал-Мет	57	344	79	258	113	261	148	98	261	55	132	401	330	41	191	46	217	86	245
Фен	132	329	сл.	159	85	199	383	202	202	102	247	120	157	сл.	106	45	224	114	307
Лей-Илей	158	375	515	654	397	448	240	210	357	86	326	102	197	372	370	66	398	208	751
X*	—	49	—	141	—	363	—	—	77	—	464	—	269	—	68	—	119	—	131
X*	—	58	—	463	—	308	—	—	108	—	146	—	330	—	422	—	176	—	183
Всего	4611	6013	2393	2735	2960	3499	4943	4287	4491	2797	3863	2144	2609	1445	1939	1952	2441	3022	3070
N (NH ₂) АК	499	671	259	293	323	381	502	443	502	315	434	226	288	154	208	220	267	344	342
N (NH ₂) суммарно	670	890	260	280	280	400	—	400	640	370	470	230	310	210	230	230	330	340	540

1. До гидролиза экстрактов. 2. После гидролиза экстрактов.

* Расчеты по лейцину.

** Цифры в графе „до гидролиза“ означают сумму Глу—NH₂ и Асп.

Таблица 3

Коррелятивная связь между общим азотом, аминным азотом и аминокислотами растворимой фракции биомассы *S. albicans* при усвоении ациклических аминокислот и пролина. Все отношения пересчитаны в процентах

Источники азота	N (NH ₂) суммарно	N (NH ₂) АК	Сумма АК до гидролиза	N (NH ₂) до гидролиза	Сумма АК внутри группы	Сумма АК, % × биомасса, мг
	N общий*	N (NH ₂) суммарно	Сумма АК после гидролиза	N (NH ₂) после гидролиза	Сумма всех АК	Расщепленная глюкоза, мг
NH ₄	47,3	92,0	77,6	73,1	—	1,59
Глу	90,0	73,0	71,1	72,5	8,8	3,65
Арг	72,2	89,0	95,0	64,1	16,3	3,12
Про	58,8	85,2	74,1	68,5	20,3	2,90
Орн	35,9	92,6	82,1	73,7	22,2	1,44
Цит	41,4	87,1	75,8	80,0	32,0	2,20
Глу—NH ₂	79,0	82,0	94,0	67,3	—	3,16
Асп	69,0	75,4	76,6	74,2	8,4	2,70
Илей	33,4	100+	87,5	92,9	5,0	0,81
Тре	49,4	95,2	84,6	72,5	10,2	1,27
Асп—NH ₂	62,1	78,4	95,5	62,5	—	2,18
Ала	58,8	92,3	72,4	78,7	8,9	1,62
Вал	66,0	93,0	82,2	74,2	10,0	0,92
Лей	58,9	90,4	74,5	91,3	9,8	0,49
Гли	28,7	80,9	80,0	70,0	6,2	1,12
Сер	62,8	63,3	98,4	63,0	4,7	1,37
Лиз	55,0	74,2	100+	100,0	—	1,07

* N общий по [4].

то время как другие аминокислоты группы аспартата (даже аспарагин) малоэффективны. Низкая эффективность обоих амидов по сравнению с соответствующими аминокислотами по накоплению запасного фонда несколько расходится с влиянием этих соединений на процессы расщепления глюкозы. Глутамин превосходит глутаминовую кислоту (особенно в начале цикла роста) по стимулированию аэробного распада глюкозы, в то время как аспарагин менее эффективен, чем аспарагиновая кислота. Такая особенность несколько противоречит мнению о лучшей усвояемости амидов по сравнению с соответствующими аминокислотами.

Аминокислоты группы α -аланина, в частности валин и лейцин, а также глицин, серин и еще больше лизин, оказались малоэффективными источниками азота для исследуемого штамма. В этом отношении *C. albicans* сильно отличается от *C. tropicalis* (штаммы ДН-3 и КЗ-10) и *C. guilliermondii membranaefaciens*, у которых валин и лейцин способствуют большему накоплению аминокислот в запасном фонде, чем α -аланин [6].

Значительные расхождения между отдельными аминокислотами одной и той же группы в их способности синтезировать запасной фонд—еще одно свидетельство того, что классификация аминокислот на метаболические группы по признаку усвоения C-скелета [10] не вполне оправдана [7, 20].

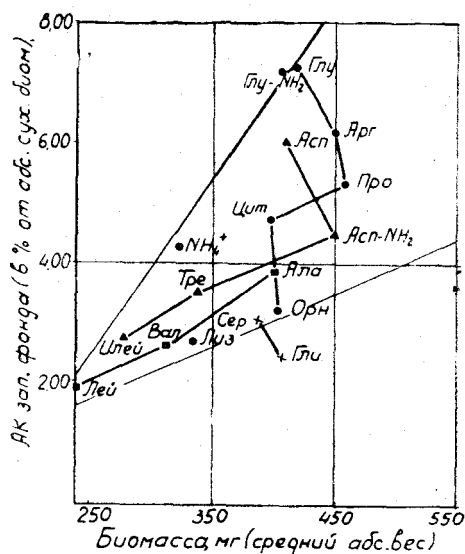


Рис. 1. Коррелятивность между количеством синтезируемой биомассы и концентрацией аминокислот в запасном фонде.

Данные, приведенные в табл. 1—2, на рис. 1, а также в нашей предыдущей работе [4], показывают прямую коррелятивность между абсолютным количеством синтезированной биомассы и накоплением аминокислот запасного фонда. Такая коррелятивность истолковывается большинством исследователей [13] как показатель обусловленности накопления биомассы синтезом аминокислот запасного фонда.

Отношения $\frac{N(NH_2) \text{ до гидролиза}}{N(NH_2) \text{ после гидролиза}}$ и $\frac{\text{сумма АК до гидролиза}}{\text{сумма АК после гидролиза}}$ служат показателем синтеза в запасном фонде соединений пептидного типа; чем ниже показатель по этим соотношениям, тем выше способность данной аминокислоты-источника синтезировать пептиды. При этом некоторые аминокислоты (лизин, серин, аспарагин, аргинин) наглядно отличаются тем, что лишены способности образовывать пептиды, в то время как у других аминокислот это свойство выражено сильно (у глутаминовой, аспарагиновой кислот, аланина, цитруллина и др.).

Примечателен тот факт, что пептиды не всегда образуются за счет аминокислоты-источника азота (табл. 1, 2); их образование, по-видимому, обусловлено иным, еще не определенным фактором, присущим типу обмена данной культуры. Так, например, экзогенный серин как единственный источник азота образует не серинсодержащие пептиды, а пептиды, содержащие валин и лейцин/изолейцин; с другой стороны, серинсодержащие пептиды запасного фонда синтезируются, в основном, за счет почти всех аминокислот группы глутаминовой кислоты, глутамина, аспарагиновой кислоты, аминокислот группы α -аланина. Таким же образом при усвоении экзогенной глутаминовой кислоты накапливается мало пептидов, содержащих глутамат; в основном это пептиды, состоящие из орнитина, лизина, серина, глицина, валина и др. Глутаматсодержащие пептиды образуются главным образом за счет пролина, глутамина, аспарагиновой кислоты.

Упомянутое явление указывает, что синтез пептидов запасного фонда происходит в основном за счет эндогенных источников (аминокислот и др.).

В целом ряде случаев замечается, что количество отдельных аминокислот значительно падает после гидролиза экстрактов. Эти факты объясняются присутствием в пятнах до гидролиза примеси другого компонента, тем более, что после гидролиза появляются новые или усиливаются некоторые пятна, наблюдавшиеся до гидролиза экстракта.

Из всех экзогенных аминокислот в конце цикла роста культуры в наибольшем количестве накапливаются в запасном фонде *S. albicans* цитруллин, пролин, треонин, затем глутаминовая и аспарагиновая кислоты.

Отношение суммы аминокислот, принадлежащих к данной метаболической группе (после вычета аминокислоты-источника), к общему количеству накопленных в запасном фонде аминокислот (табл. 3) варьирует в зависимости от усвоения той или иной аминокислоты. Примечательно высокое значение этого отношения при усвоении цитруллина и орнитина. Так как эти две аминокислоты образуют большие количества биомассы с высоким экономическим коэффициентом, то сильное накопление в запасном фонде не является признаком плохого усвоения, а скорее—медленного взаимопревращения в аминокислоты других групп. Накапливается также много экзогенного лизина в запасном фонде, но в данном случае—в силу его неусвояемости.

Низкие концентрации «головной» аминокислоты [10] каждой группы (Глу, Асп, Ала) могут быть признаком интенсивного взаимопревращения в аминокислоты других групп.

Наглядными примерами взаимопревращения внутри одной и той же группы аминокислот являются: в группе глутаминовой кислоты реакция $\text{Цит} \rightleftharpoons \text{Орн}$; в группе α -аланина — $\text{Лей} \rightleftharpoons \text{Ала}$; Вал слабо превращается в Ала; в группе аспарагиновой кислоты — $\text{Тре} \rightleftharpoons \text{Илей}$ (пунктир означает менее интенсивную реакцию).

Следует отметить, что у *C. albicans* при взаимопревращениях аминокислот группы аспарагиновой кислоты преобладает тенденция к образованию изолейцина и треонина из аспарагиновой кислоты и аспарагина, а обратный процесс не имеет места.

С другой стороны, более интенсивно протекают взаимопревращения аминокислот, принадлежащих к разным метаболическим группам ($\text{Глу} \rightarrow \text{Лиз}$; Глу , Арг , $\text{Глу}-\text{NH}_2$, $\text{Сер} \rightarrow \text{Лей}$ — Илей и т. д.).

Эффективность накопления общего количества аминокислот в растворимой фракции биомассы в зависимости от природы использованных источников азота и количества расщепленной глюкозы вычислена по формуле: $\frac{\text{сумма АК, \%} \times \text{биомасса, мг}}{\text{расщепленная глюкоза, мг}}$. Данные показывают высокую эффективность глутаминовой кислоты, аргинина, пролина, аспарагиновой кислоты и весьма низкую эффективность лейцина, изолейцина, валина в накоплении растворимых аминокислот по отношению к единице израсходованной глюкозы.

Ереванский государственный университет,
кафедра биохимии,
Институт микробиологии АН АрмССР

Поступило 23.X 1969 г.

Մ. Ա. ՏԵՐ-ԿԱՐԱԳԵՏՅԱՆ, Զ. Ա. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ԱՄԻՆԱԹՐՈՒՆԵՐԻ ՆՅՈՒԹԱՓՈԽԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ CANDIDA ՅԵՂԻ ԽՄՈՐԱՍՆԿԵՐԻ ՄՈՏ

7. *C. albicans*-ի պահեստային ֆոնդի ամինաթթվային կազմի փոփոխությունները առանձին աղիկիկ ամինաթթուների և պրուլինի յուրացման դեպքում

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրվել են *C. albicans*-ի կենսազանգվածի լուծելի ֆրակցիայի (ացետոնի և 80% էթանոլի մեջ) ամինային աղոտի և ամինաթթվային կազմի բանախաղան փոփոխությունները՝ կախված միջավայրում աղիկիկ ամինաթթուների և պրուլինի առկայությունից. ամինաթթուն տրվել է որպես ազոտի միակ աղբյուր, իսկ ածխածնի հիմնական աղբյուր ծառայել է գլյուկոզը:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ առանձին ամինաթթուներ միմյանցից տարբերվում են NH_2 - պարունակող միացություններ սինթեզելու իրենց առանձնահատկությամբ, այդ միացությունների խտացման արգասիքների կուտակումով,

ինչպես նաև լուծելի ամինաթթուների ընդհանուր մակարդակով: Առաջին երկու ցուցանիշներով հատկապես աչքի են ընկնում գլուտամինաթթուն, գլուտամինը, ասպարագինաթթուն, իսկ լուծելի ֆրակցիայի ամինաթթուների սինթեզի բարձր մակարդակով՝ գլուտամինաթթվի խմբի ամինաթթուները. գլուտամինը և ասպարագինը հա եմ մնում իրենց համապատասխան թթուներից:

Փորձնական արդյունքների հիման վրա հաշվարկվել են հետևյալ հարաբերությունները՝

Դումարային $N(NH_2)$, $\frac{Աթ N(NH_2)}{Դումարային N(NH_2)}$, $\frac{N(NH_2) \text{ հիդրոլիզից առաջ}}{N(NH_2) \text{ հիդրոլիզից հետո}}$
 $\frac{Աթ գումարը \text{ հիդրոլիզից առաջ}}{Աթ գումարը \text{ հիդրոլիզից հետո}}$ և այլն:

Աթ գումարը հիդրոլիզից հետո
 լուծելի ֆրակցիայի ամինաթթվային կազմի խիստ տարբերությունները՝ միջավայրում նույն խմբին պատկանող տարբեր ամինաթթուների առկայության պայմաններում, մեկ անգամ ևս հաստատում են, որ ամինաթթուների դասակարգումը [10] միայն ածխածնային շղթայի յուրացման հատկանիշով՝ ճիշտ չէ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Елинов Н. П. Тр. 5-й Ленинград. микологической конф., стр. 39, 1960.
2. Елинов Н. П., Витовская Г. А. Биохимия, 28, 2, 312, 1963.
3. Тер-Карапетян М. А. ДАН СССР, 122, 5, 870, 1958.
4. Тер-Карапетян М. А., Геворкян Дж. А. Биол. журнал Армении, 22, 4, 3, 1969.
5. Тер-Карапетян М. А., Геворкян Дж. А. ДАН АрмССР, 1, 1970.
6. Тер-Карапетян М. А., Инджикян С. М. Биол. журнал Армении (в печати).
7. Тер-Карапетян М. А., Инджикян С. М., Чубарян С. В. Биол. журнал Армении, 21, 1, 3, 1968.
8. Тер-Карапетян М. А., Макарова Е. Н. Изв. АН АрмССР (серия биол.), 17, 1, 27, 1964.
9. Тер-Карапетян М. А., Макарова Е. Н., Цатурян С. С. Биол. журнал Армении, 21, 9, 3, 1968.
10. Abelson P., Vogel H. J. Biol. Chem. 213, 355, 1955.
11. Britten, McClure F. Bact. Rev. 26, 292, 1962.
12. Cowie D., McClure F. Bloch. Biophys. Acta 31, 236, 1959.
13. Halvorson H., Fry W., Schwemmlin D. J. Gen. Physiol. 38, 549, 1955.
14. Johnson S., Guzman M., Aguilera C. Arch. Derm. Syph. 70, 49, 1954.
15. Kockova-Kratochvilova A., Stuchlik V., Pokorna M. Fol. Microbiol. 9, 361, 1964.
16. Lindan O., Work E. E. Biochem. J. 48, 337, 1951.
17. Miettinen J. K. Ann. Acad. Sci. Fen. A11, Chem. 58, 1954.
18. Miyashita S., Miwatani T., Fujino T. Biken's J. 1, 50, 1958.
19. Šandula J., Merkel M. Bull. Acad. Polon. Sci. (Ser. Sci. Biol.), 13, 463, 1965.
20. Sims A., Folkes B. Proc. Roy. Soc. B159 (1976), 479, 1964.
21. Staib F. Sabouraudia 4, 187, 1965.
22. Svobodova I., Drobnica L. Fol. Microbiol. 7, 312, 1962.