

АЦИКЛИЧЕСКИЕ АМИНОКИСЛОТЫ И ПРОЛИН КАК ЕДИНСТВЕННЫЕ
ИСТОЧНИКИ АЗОТА ДЛЯ *C. ALBICANS*

Среди дрожжей рода *Candida* особое место занимает *Candida albicans* — её жизненный цикл совершается, в основном, в пределах человеческого и животного организма. Выяснение биохимических основ взаимоотношений *C. albicans* с организмом, естественно, предполагает изучение ее обмена веществ. В этом отношении особенно важно изучение азотного метаболизма *C. albicans* с учетом тех источников азотного питания, которые присутствуют в ее естественном местообитании — животном организме; таковыми являются аминокислоты, амиды (в частности глутамин), мочевины, разные амины и, наряду с этим, ионы аммония.

Сравнение питательного значения различных источников азота — неорганических и органических — для роста *C. albicans* показывают, что эта культура может хорошо расти в глюкозо-минеральной среде с биотином, содержащей соли аммония в качестве источника азота (Archibald, Reiss, 1950; Miyashita, 1956; Блинов, 1964; Gilardi, 1965); при этом она синтезирует весь необходимый для синтеза протоплазмы набор аминокислот. Питательная ценность отдельных аминокислот и амидов для роста *C. albicans* различна (McVeigh, Bell, 1951; Johnson et al, 1954; Fornì, 1957; Miyashita et al, 1958; Muftic, 1963). Гидролизат казеина, экстракт печени, смесь 23 аминокислот являются отличными источниками азота, превосходящими по усвояемости каждую отдельную аминокислоту (McVeigh, Bell, 1951; Johnson et al, 1954).

Однако в имеющихся немногочисленных работах далеко не исчерпывается вопрос значимости и путей усвоения отдельных источников азота дрожжами *C. albicans*. В частности, подлежат подробному изучению пути, а также механизмы усвоения азота и углерода отдельных аминокислот, т.е. их промежуточный обмен, лучшими показателями которого являются, например, состав и состояние аминокислот запасного фонда, включение последних в структурные компоненты клеток и т.д. Изучение аминокислотного состава запасного фонда и его изменений имеет первостепенное

значение для понимания процессов обеспечения живой клетки необходимыми кирпичиками-мономерами для построения клеточных структур. С этой точки зрения *S.albicans* мало изучен; имеющиеся немногие работы посвящены качественному анализу аминокислотного состава всей биомассы (Елинов, 1960; Šandula, Metkel, 1965).

Настоящая работа преследует цель выявить особенности азотного обмена *S.albicans* при усвоении различных ациклических аминокислот и пролина в качестве единственных источников азота. Некоторые результаты исследования нами сообщались ранее (Тер-Карапетян, Геворкян, 1969, 1970); в настоящей статье приводится более полный анализ всего имеющегося материала по данному вопросу, имеющий целью дополнительно осветить некоторые новые аспекты проблемы.

Методы исследования

Объектом исследования служила культура *Candida albicans* шт. №86, полученная из отдела типовых культур Института микробиологии АН СССР (от проф. В.И.Кудрявцева).

Посевным материалом служила двухдневная культура на агаре, которая затем выращивалась в синтетической основной среде (ОС) следующего состава (в г/л): глюкоза - 10,0, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 3,10, KH_2PO_4 - 1,23, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,625, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - 0,125, NaCl - 0,125, биотин - 8 мкг/л. Полученная биомасса подвергалась голоданию в 2% растворе глюкозы и использовалась в качестве исходной культуры (Исх.) для проведения опытов. В опытные колбы засеивалось в среднем 7-8 мг биомассы (по сухому весу дрожжей).

Опыты ставились в той же синтетической среде (дополненной смесью витаминов группы В), где источником азота служило одно из следующих соединений (в г/л): сульфат аммония (NH_4^+) - 3,10 - в качестве контроля; DL-глутаминовая кислота (Глу) - 6,90; DL-аргинин (Арг) - 2,00; DL-пролин (Про) - 5,40; DL-орнитин солянокислый (Орн) - 3,90; DL-цитруллин (Цит) - 2,70; L-глутамин $(\text{Глу}-\text{NH}_2)$ - 3,40; DL-аспарагиновая кислота (Асп) - 6,20; DL-метионин (Мет) - 6,90; DL-треонин

(Тре) -5,50; DL-изолейцин (Илей) -6,10; L-аспарагин (Асп- NH_2) -3,10; DL- α -аланин (Ала) -4,10; DL-валин (Вал) -5,40; DL-лейцин (Лей) -6,00; глицин (Гли) -3,50; DL-серин (Сер) -4,90; DL-лизин соляно-кислый (Лиз) -4,20. Внесенные количества сульфата аммония и отдельных аминокислот равны по азоту и соответствуют 0,047М.

Инкубация проводилась в термокамере при температуре $30 \pm 0,5^\circ\text{C}$, в условиях аэробноза на круговой качалке; опыты в каждом варианте длились до расхода 85-95% исходной глюкозы.

Полученная биомасса в свежем виде подвергалась экстракции последовательно ацетоном (гидромодуль 200) и кипящим этанолом (гидромодуль 40). Остаток после двух экстракций представлял так называемую "структурную фракцию" или "суммарные белки".

Для получения истинной картины аминокислотного состава растворимой фракции проводился гидролиз смеси экстрактов 20%-ным HCl 4 часа в кипящей водяной бане по заранее установленному режиму. Сравнение этих данных с составом аминокислот до гидролиза дало приблизительное представление о количестве аминокислот, вовлеченных в пептидные соединения.

Аминокислоты нерастворимой фракции изучались после гидролиза остатков 20%-ным раствором HCl в течение 24 часов при температуре $115-125^\circ\text{C}$.

Глюкоза определялась микрометодом феррицианида, общий азот - микрометодом Кельдаля, аминный азот - методом Хардинга и Маклина, биомасса - взвешиванием, аминокислоты - методом хроматографии на бумаге.

Результаты исследований

Для оценки питательной ценности различных аминокислот нами взяты несколько показателей, а именно: влияние аминокислот на процесс расщепления глюкозы, на количественный рост и экономический коэффициент синтеза биомассы, на уровень накопления азота в биомассе (т.е. содержание в 100мг сухой биомассы), на общее количество азота, накапливаемого в синтезируемой биомассе, количество накопленного в биомассе азота на

100мг усвоенной глюкозы, на уровень накопления отдельных аминокислот в разных фракциях биомассы и др. Полученные нами результаты по некоторым из вышеотмеченных показателей обобщены на рис. I.

Показатели расщепления глюкозы, экономического коэффициента синтеза биомассы, общего азота и протейно у *S. albicans* (в % по отношению к варианту сульфата алюминия)

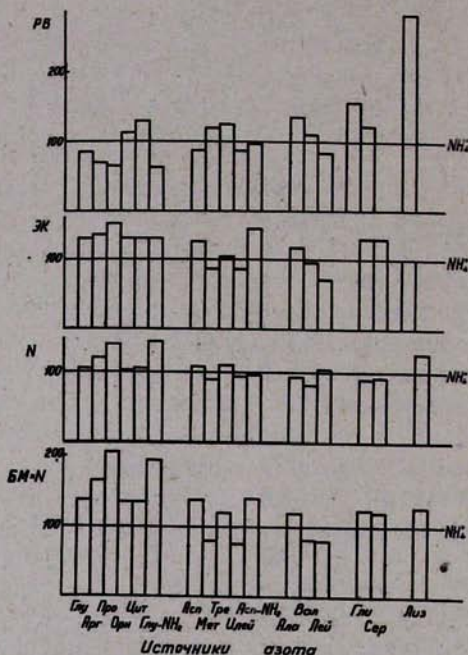


Рис. I.

РВ—время полного расщепления глюкозы (в час.); ЭК—экономический коэффициент синтеза биомассы; N—общий азот в 100мг сухой биомассы; БМ x N — количество общего азота во всей синтезированной биомассе

Данные, представленные на рис. I, в совокупности показывают, что в большинстве случаев нет коррелятивной связи между свойством аминокислоты способствовать расщеплению глюкозы, синтезу биомассы, накоплению азота в биомассе. Так, если взять в качестве критерия для оценки питательной ценности аминокислоты признак скорости расщепления глюкозы, то Лей

является хорошим источником азота, т.к. в его присутствии глюкоза расщепляется быстрее, чем в присутствии аммиака и большинства аминокислот, в то время как Лей плохой источник азота по выходу биомассы, общему количеству азота, накопленному в биомассе, а также по выходу синтезируемых на 100 мг расщепленной глюкозы азотистых компонентов. Наоборот, Лиз медленно расщепляет глюкозу — медленнее всех испытанных аминокислот, но благоприятно действует на накопление общего азота, только немного отставая от Глу- NH_2 и Про.

Вышеизложенные примеры оправдывают, в качестве методического подхода, разностороннюю оценку значимости аминокислот в метаболизме исследуемых дрожжей.

Вместе с тем для данного штамма *S. albicans* некоторые аминокислоты-источники азота превосходят по большинству показателей остальные, как например Глу- NH_2 , Про, Арг, Глу; несколько уступают им Асп и Асп- NH_2 . Наоборот Лей, Илей, Мет и Вал отличаются вообще низкой эффективностью.

Глу- NH_2 способствует, в основном, стимулированию процессов распада глюкозы и накоплению азота в клетках, а Про, Арг и Глу — синтезу биомассы; по большинству показателей Глу уступает своему амиду. Предполагается, что максимальная эффективность Глу- NH_2 может быть результатом длительного приспособления *S. albicans* к условиям животного организма, где этот субстрат находится в больших количествах. С другой стороны, Асп часто превосходит Асп- NH_2 .

Сульфат аммония для исследуемого штамма *S. albicans* является таким источником азота, при наличии которого глюкоза расщепляется значительно быстрее, накапливается значительно больше азота, чем в присутствии многих аминокислот. При этом сроки для полного расщепления глюкозы в присутствии аммиака (22–30 час.) почти не превышают наблюдаемые в тех же условиях у других видов рода *Candida*, а средний уровень общего азота биомассы ниже, чем у последних (Тер-Карапетян, Макарова, 1963; Тер-Карапетян, Инджикян, Чубарян, 1968). Таким образом, несмотря на то, что основным местообитанием *S. albicans* является животный организм, а музейные культуры ее хранятся

на сусло-агаре, тем не менее она сохранила свойство усваивать аммиак.

Общий и аминный азот растворимой и нерастворимой фракций биомассы. Результаты опытов обобщены в табл. I и на рис. I.

Таблица I

Влияние аминокислот на накопление общего и аминного азота

Данные в % от абсолютно сухой биомассы

Источники азота	Общий азот				Аминный азот			
	N(БМ)	N(P)	N(НР)	N(P) N(БМ)	N(БМ)	N(P)		N(НР)
						1	2	
Исх.	3,68	0,54	3,14	14,7	3,06	0,12	0,29	2,77
1. NH_4^+	4,82	1,20	3,62	24,9	3,78	0,44	0,65	3,13
2. Глу	5,03	1,23	3,80	24,4	4,06	0,54	1,12	2,94
3. Арг	5,80	1,27	4,53	21,9	3,83	0,43	0,71	3,12
4. Про	6,69	1,24	5,45	18,5	4,91	0,38	0,61	4,30
5. Орн	4,93	1,13	3,80	22,9	3,69	0,31	0,40	3,29
6. Цит	5,07	1,39	3,68	27,4	3,23	0,40	0,50	2,73
7. Глу- NH_2	6,89	1,28	5,61	18,6	5,55	0,44	0,80	4,75
8. Асп	5,19	1,37	3,82	26,4	3,91	0,66	1,02	2,89
9. Мет	4,35	1,78	2,57	41,0	-	0,41	-	-
10. Тре	5,30	0,82	4,48	15,5	4,54	0,40	0,40	4,14
11. Илей	4,55	0,80	3,93	17,6	4,15	0,30	0,34	3,81
12. Асп- NH_2	4,64	1,04	3,60	22,4	3,45	0,34	0,61	2,84
13. Ала	4,47	1,23	3,24	27,5	3,53	0,48	0,55	2,98
14. Вал	3,94	0,58	3,36	14,7	3,49	0,30	0,32	3,17
15. Лей	5,03	1,05	3,97	20,9	3,86	0,23	0,24	3,62
16. Гли	4,37	1,34	3,02	30,7	3,10	0,39	0,44	2,66
17. Сер	4,49	1,02	3,46	22,7	3,74	0,44	0,64	3,10
18. Лиз	6,09	0,86	5,23	14,1	4,85	0,33	0,33	4,52

N(БМ) — количество азота во всей биомассе; N(P) — в растворимой фракции; N(НР) — в нерастворимой фракции; 1 — до гидролиза экстрактов; 2 — после гидролиза экстрактов.

Данные показывают, что у подвергнутой голоданию культуры уровень общего и аминного азота биомассы снижается в малой степени, в основном уменьшается растворимая фракция азота.

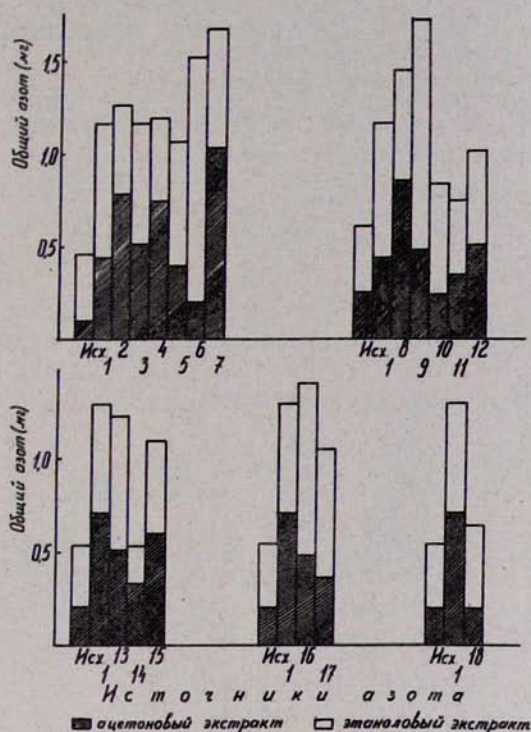


Рис. 2. Фракции растворимого общего азота биомассы *S. albicans* (цифры на рисунке соответствуют порядковым номерам аминокислот в таблице 1).

Отдельные аминокислоты по-разному влияют на уровень накопления в биомассе общего и аминокислотного азота. Наиболее благоприятно действуют Глу- NH_2 , Про, несколько меньше - Лиз, затем - Арг, Тре; при всех других источниках общий и аминокислотный азот клеток достигают такого же уровня, как в среде с NH_4^+ , или несколько ниже.

Отношение фракции растворимого азота к общему азоту биомассы варьирует в сторону уменьшения в вариантах Тре, Вал, Лиз и повышения - в случаях Мет, Гли, Цит, Ала.

Количество аминокислотного азота растворимой фракции значительно

повышается после гидролиза экстрактов в вариантах с Глу, Асп, Глу- NH_2 , Арг, что указывает на высокое накопление продуктов конденсации аминокислот и других, содержащих α -аминоазот, соединений в присутствии этих аминокислот.

Данные по распределению азотистых соединений между ацетонорастворимой и этанолорастворимой подфракциями представлены на рис. 2-3.

При усвоении Глу, Глу- NH_2 и Асп значительная часть общего и аминного азота экстрагируется из клеток ацетоном; в присутствии же в среде Цит, Лиз, Мет наибольшая часть экстрагируемо-

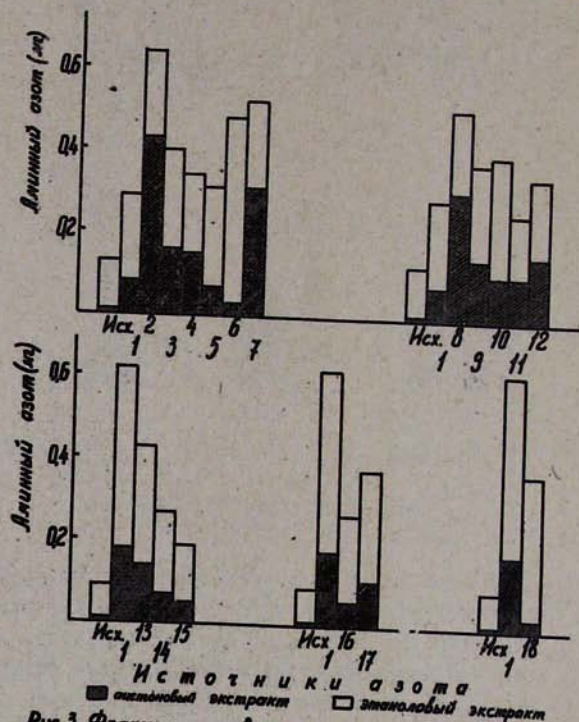


Рис. 3 Фракции растворимого аминного азота биомассы *S. albicans* (цифры на рисунке соответствуют порядковым номерам аминокислот в таблице 1).

го азота приходится на долю ацетонорастворимой фракции.

Аминокислоты растворимой фракции. Для изучения и характеристики запасного фонда аминокислот нами применялся способ двухступенчатой последовательной экстракции биомассы вначале ацетоном, затем этанолом. Этот методический прием, примененный с целью более четкого разделения аминокислот на хроматограммах, привел к выявлению неравномерного распределения этих аминокислот между двумя экстрактами.

Полученные данные по аминокислотному составу отдельных ацетоновых и этаноловых экстрактов приведены в табл.2-3.

Из приведенных данных можно заключить следующее.

Независимо от природы испытуемого источника азота запасной фонд содержит все аминокислоты, входящие в состав белков и, наряду с ними, Глу- NH_2 , Асп- NH_2 , Орн, ГАМК, глутатион, а также ряд других, проявляемых нингидрином, соединения, в том числе и пептиды.

По уровню накопления суммы аминокислот отдельные источники азота можно разделить на следующие группы:

Экстракт	Уровень накопления суммы аминокислот (в % от абсолютно сухой биомассы)			
	0 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0-1,5 ($\pm 0,1$)	1,5-2,0 и выше
Ацето- новый	Цит, Лиз	Орн, Илей, NH_4^+ , Лей, Тре Гли, Асп- NH_2	Ала, Вал, Сер, Глу, Арг, Про	Глу- NH_2 , Асп
Этано- ловый		Лей, Вал	Глу, Асп, NH_4^+ , Илей, Асп- NH_2 , Про, Гли, Сер, Ала	Арг, Орн, Глу- NH_2 , Цит, Тре, Сер

В каждом экстракте в подавляющем большинстве случаев преобладает аминокислота, служащая источником азота в результате ее проникновения и накопления в запасном фонде. При этом происходит неравное распределение проникающих аминокислот между двумя экстрактами (см. ниже).

Однако в ацетоновой и этаноловой подфракциях накапливают-

Таблица 2

Данные в мг на 100г абсолютно сухой биомассы

Аммоно- хоты экс- тракта	Иох.		И с т о ч н и к и а з о т а															
			NH ₄ ⁺		Глу		Апр		Про		Орн		Цит		Глу-NH ₂		Лиз	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Глицин	10	49	120	65	106	50	63	75	56	47	53	27	11	33	175	44	6	766
2. Ино-3Н	-	47	сд.	сд.	-	-	-	-	-	-	сд.	сд.	110	76	-	-	-	
3. Орн	-	47	50	148	45	35	18	51	13	18	112	440	5	259	60	89	56	
4. Лиз	5	45	62	192	145	90	65	214	31	88	16	86	12	247	122	171	766	
5. Асп-Н ₂	9	23	94	7	251	91	313	75	148	90	30	60	12	90	200	130	-	
6. Арг	6	21	61	179	40	15	140	435	31	89	27	69	-	106	67	98	-	
7. Глу-NH ₂	сд.	46	234	210	430	234	312	344	206	352	126	216	28	-	432	180	58	
8. Асп	-	27	44	46	124	59	71	71	48	99	12	27	121	1448	311	181	-	
9. Цит	3	30	41	32	110	41	83	48	50	56	14	35	16	90	103	99	31	
9. Сер	10	96	173	234	886	398	188	141	118	274	114	268	24	327	272	157	сд.	
10. Глу	20	44	59	29	109	32	100	35	95	43	25	25	19	42	146	63	сд.	
11. Тре	10	44	139	128	138	32	210	84	179	131	25	28	24	147	265	110	9	
12. Ала	11	44	139	128	138	32	210	84	179	131	25	28	24	147	265	110	25	
13. Ала	2	56	71	156	33	241	104	191	1131	190	48	221	28	300	61	484	101	
14. Липо	20	14	66	46	158	10	114	22	+	21	31	34	25	31	116	49	42	
15. Три	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	412	
16. Три	2	62	66	48	-	41	125	73	-	4	7	+	+	+	+	+	71	
17. ГЛМК	7	14	49	16	73	40	75	14	76	13	19	9	13	17	28	36	31	
18. Вал-Мет	17	110	24	-	99	сд.	54	-	79	79	23	17	15	86	138	62	34	
19. Ден	16	19	42	22	109	29	137	70	78	28	21	18	51	29	140	43	44	
Всего:	148	721	1395	1558	2856	1421	1943	12339	1543	753	1780	489	3313	2749	2033	365	1844	

1. Аммонохоты в ацетоновом экстракте. 2. В этаноловом экстракте.

ся и другие аминокислоты, являющиеся продуктами синтеза за счет внесенных в среду источников азота, о чем можно судить при сравнении с исходной культурой.

Синтезированными аминокислотами являются:

в ацетоновом экстракте - Лиз из Глу, Глу- NH_2 ; Асп- NH_2 из Глу, Арг, Глу- NH_2 , Асп; Глу- NH_2 +Асп из NH_4^+ , Глу, Арг, Про, Сер; Глу из Глу- NH_2 , Асп, Асп- NH_2 , Сер; Ала из Арг, Глу- NH_2 , Асп, Сер и др.
в этаноловом экстракте - Орн из NH_4^+ , Цит; Лиз из NH_4^+ , Арг, Цит, Глу- NH_2 , Ала и др.; Асп- NH_2 из Глу, Ала; Арг из NH_4^+ и др.

Из этого перечня очевидно, что определенные аминокислоты синтезируются в запасном фонде за счет других аминокислот, тесно связанных с ними по метаболическим путям, другие же синтезируются за счет принадлежащих иным метаболическим группам источников азота (посредством реакции переаминирования или др.).

Данные также показывают значительные расхождения в распределении отдельных аминокислот между двумя экстрактами в зависимости от их экзогенного или эндогенного происхождения и от их структурных особенностей.

Так, в биомассе голодающей культуры в ацетоновом экстракте все аминокислоты присутствуют в меньших количествах по сравнению с этаноловым экстрактом.

Все экзогенные диаминокислоты - Лиз, Орн, Цит, Арг - экстрагируются, в основном, этанолом; большинство моноаминомонокарбоновых кислот - Вал, Лей, Илей и моноаминодикарбоновые кислоты - Глу, Асп, а также Асп- NH_2 и Про - экстрагируются, в основном, ацетоном; некоторые моноаминомонокарбоновые кислоты - Гли, Сер, Тре, иногда и Ала - распределяются в равной степени между двумя экстрактами, даже несколько больше в этаноловой фракции.

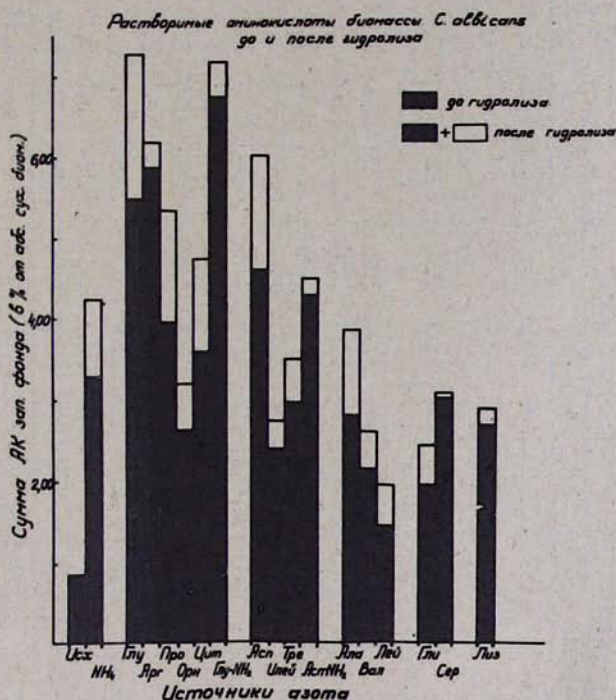
Такое же распределение имеет место для аминокислот, синтезируемых за счет NH_4^+ , за исключением Глу и Тре.

При эндогенном происхождении распределение аминокислот приобретает несколько иной характер. Высокие концентрации Глу в ацетоне наблюдаются только в биомассе, выращенной в присутствии Глу- NH_2 , Асп, Асп- NH_2 , Арг; для всех других источников основная доля Глу экстрагируется этанолом. Диаминокислоты за редкими исключениями остаются в этаноловом экстракте. Основная

доля моноаминомонокарбоновых кислот — Ала, Вал, Лей — извлекается, как и при их экзогенном образовании, ацетоном, кроме вариантов, где они образуются за счет малоэффективных для их синтеза источников азота.

Полученные факты дают некоторое основание предполагать, что отдельные аминокислоты растворимой фракции связаны с разными надмолекулярными структурами или полимерами в зависимости от их происхождения и полярности.

Пептиды и т.п. соединения растворимой фракции изучались после гидролиза смеси ацетонового и этанолового экстрактов. Результаты исследования показаны на рис.4.



Из рисунка следует, что некоторые аминокислоты-источники

Таблица 4

Аминокислоты суммарных белков при усвоении различных источников азота
Данные в %

Аминокислоты остатка	Исх.	Источники				азот				Илей Асп-НН ₂		Ала
		НН ₂	Глу	Арг	Про	Орн	Цит	Глу-НН ₂	Асп	Тре	Илей	
Цис-SH	1,16	1,02	1,49	1,80	1,59	1,52	1,09	1,87	1,03	1,55	0,88	1,12
Орн	-	1,20	0,28	0,46	0,32	4,02	0,97	0,66	0,33	-	0,20	0,92
Лиз	2,14	2,55	2,29	3,43	3,29	2,08	1,98	3,48	2,32	3,92	3,44	3,06
Арг	1,10	1,46	1,14	2,97	1,50	1,02	0,87	1,68	0,98	2,13	1,93	1,14
Х	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Асп	1,85	1,79	2,44	2,00	2,90	2,23	1,54	2,91	1,97	2,80	2,46	1,36
Сер	1,21	1,36	1,30	1,34	1,47	1,02	0,93	1,68	1,38	2,20	1,78	1,41
Гли	1,24	1,31	1,46	1,49	1,91	1,33	1,18	1,98	1,22	2,08	1,74	1,57
Глу	2,03	2,35	3,08	2,33	3,18	1,92	1,68	3,31	2,25	4,11	3,23	2,03
Тре	1,25	1,35	1,29	1,45	1,52	0,89	0,85	1,54	1,19	2,07	1,73	1,04
Ала	1,32	1,46	1,52	1,62	1,60	1,22	1,23	1,64	1,17	2,31	1,95	1,19
Про	0,90	1,23	1,10	1,08	1,56	0,92	0,95	1,69	1,21	2,45	1,89	0,99
Тир	0,55	0,81	1,14	1,07	1,27	0,82	0,57	1,33	0,56	0,92	1,25	0,54
Вал-Мет	0,98	1,38	1,09	1,29	1,53	0,85	0,90	1,49	1,31	1,66	2,16	1,10
Фен	1,20	1,03	0,79	1,59	2,01	1,14	0,83	2,17	0,80	1,55	1,60	0,75
Лей-Илей	2,05	2,49	2,84	2,70	3,58	1,79	2,10	3,08	1,84	4,07	3,61	2,66
Всего:	18,98	22,79	23,25	26,62	29,23	22,77	17,67	30,51	19,56	33,82	29,85	20,88

Продолжение табл. 4

Аминокислоты остатка	Источники		в з о т з		
	Вал	Лей	Гли	Сер	Лиз
Цис-SH	0,69	2,23	0,91	1,10	1,33
Ори	0,24	0,17	0,90	0,74	-
Лиз	2,77	3,71	2,55	3,04	3,80
Арг	1,11	1,54	1,25	1,53	2,61
Х	+	+	+	+	+
Асп	1,34	1,47	1,28	1,45	1,61
Сер	1,17	1,78	1,52	1,75	2,32
Гли	1,41	1,72	1,47	2,25	2,57
Глу	1,91	3,01	1,63	1,98	3,27
Тре	1,13	1,59	1,15	1,22	1,65
Ала	1,19	1,80	1,20	1,35	2,27
Про	0,81	1,77	2,03	1,72	2,37
Тир	0,61	0,93	0,41	0,50	0,71
Вал-Мет	1,02	1,79	1,13	1,27	1,94
Фен	0,81	0,98	0,50	0,40	0,88
Лей-Илей	2,49	3,88	1,87	2,30	2,88
Всего:	18,70	28,37	19,80	22,60	30,21

азота (Лиз, Сер, Асп- NH_2 , Арг) отличаются тем, что лишены способности образовывать пептиды, в то время как у других аминокислот это свойство сильно выражено (у Глу, Асп, Ала, Цит и др.).

Аминокислоты суммарных белков. Результаты приведены в табл. 4.

Главными аминокислотными компонентами этой фракции являются Лиз, Глу, Лей и Асп.

По сумме аминокислот наиболее эффективны Тре, Глу- NH_2 , Лиз.

Из всех аминокислот, заданных в качестве источников азота, в наибольшем количестве накапливаются в суммарном белке Орн, Лиз, Тре, Лей, Илей.

Увеличение же в суммарном белке количества ряда других аминокислот может быть результатом их образования по известным схемам взаимопревращения аминокислот и дальнейшего включения в клеточные структуры; часть этих превращений трудно объяснима.

Наиболее типичными примерами являются: увеличение лизина в вариантах Глу- NH_2 , Арг, Про, Ала, Лей, Сер; глутаминовой кислоты - в вариантах Про, Тре, Илей; орнитина - в присутствии NH_4^+ и Цит; аспарагиновой кислоты - в присутствии Глу, Тре, Илей и др.

В ы в о д ы

1. Установлено различное влияние отдельных аминокислот - источников азота на скорость расщепления глюкозы и экономический коэффициент синтеза биомассы.

2. Высокие значения экономического коэффициента (по сравнению с NH_4^+), найденные в присутствии Про, Асп- NH_2 , Арг, Глу, Глу- NH_2 , Орн, Цит, Гли, Сер, интерпретируются как косвенный факт включения углеродного скелета этих аминокислот в синтез биомассы; низкие же значения экономического коэффициента в среде с Лей, Илей, Мет - как факты подавления включения осколков расщепленной глюкозы в биосинтетические реакции. И то и другое истолкование требует дальнейшей проверки (с помощью меченого углерода и др. методами).

3. Выявлено различное влияние отдельных источников азота на накопление общего и аминокислотного азота в дрожевой массе в целом, а также в ее растворимой (в ацетоне и этаноле) и нерастворимой фракциях.

В легкоэкстрагируемой фракции часть аминокислотного азота находится в связанном состоянии в виде пептидов и т.п. соединений и освобождается после кислотного гидролиза.

4. Состав растворимых аминокислот биомассы характеризуется преобладанием Глу, Лиз, Ала, Лей.

Путем двухступенчатого экстрагирования растворимых аминокислот последовательно ацетоном и этанолом установлены три группы аминокислот по стойкости связей со структурными компонентами клетки (в возрастающем порядке усиления связей):

моноаминомонокар- < моноаминодикар- < диаминомонокар-
боновые кислоты < боновые кислоты < боновые кислоты

5. Суммарные белки биомассы *C. albicans* характеризуются высоким содержанием Лиз, Глу, Лей и Асп.

Отдельные аминокислоты значительно отличаются между собой по способности синтезировать суммарные белки; особенно эффективны Глу- NH_2 , Про, Арг, Тре, Илей, Лей, Лиз.

6. Лучшее усвоение Глу- NH_2 , установленное нами для *C. albicans* по большинству показателей, отличает ее от других дрожжевых организмов.

Ջ.Ա. Գեվորգյան

ՍՅՈՒՆԻՅ ԵՄԻՆԱԲԵՐԵՐԸ ԵՎ ԳՐՈՆԻՆԸ
ՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ՄԻԱԿԱՆ ԱՂԲԵՈՒՄԻՆՆԵՐԸ *C. ALBICANS* -Ի
ՀԱՄԱՐ

Ա Մ Փ Ռ Փ Ռ Ա Մ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԽԻՐՎԵԼ ԵՆ *C. albicans* -Ի ԿՈՂՄԻՑ ՄԵՐԿ-

ԼԻԿ ՄԻՆԱԲԵՐԵՐԸ ԵՎ ՊՐՈԼԻՆԻ յՈՒՐԱԾՄԱՆ ՈՐՈՇ ՄԱՍՆԱՆՈՎԱՆ-
ՀԱՐՔՈՒՆՆԵՐԸ: ԱՄԻՆԱԲԵՐԵՐԸ ՄԻՆԲԵՐԿ ՄԻՋՎԱՅՐ ԵՆ ՄԱՍՎԵԼ

առանձին-առանձին՝ որպես ազոտի միակ աղբյուր, իսկ որպես ածխածնի աղբյուր ծառայել է գլյուկոզը: Հետազոտությանը բերել են հետևյալ նզրակացություններին:

1. Առանձին ամինաթթուները տարբերվում են գլյուկոզի ճեղքման արագության և կենսազանգվածի սինթեզի տեսական գործակցի վրա իրենց ազդեցությամբ:

2. Ազոտի տարբեր աղբյուրները տարբեր ազդեցություն են թողնում ընդհանուր և ամինային ազոտի կուտակման մակարդակի վրա, ինչպես ամբողջ կենսազանգվածում, այնպես էլ նրա լուծելի/ացետոնում և էթանոլում/ և անլուծելի ֆրակցիաներում:

3. Կենսազանգվածի լուծելի ֆրակցիայում գերակշռում են Գլու, Լիզ, Ալա, Լեյ ամինաթթուները:

Լուծելի ամինաթթուների երկաստիճանային մզալուծումը ացետոնով, ապա էթանոլով, թույլ է տալիս որոշ նզրակացություններ անել բջջի ներսում նրանց ազատ կամ կապված վիճակի և բջջային կառուցվածքների հետ ունեցած կապերի մասին:

4. *C. albicans* -ի գոմարային սպիտակուցները բնորոշվում են Լիզ, Գլու, Լեյ և Ալա ամինաթթուների գերակշռումով:

Գոմարային սպիտակուցներ սինթեզելու իրենց ունակությամբ առանձնապես էֆեկտիվ են Գլու- NH_2 , Գրո, Արգ, Թրե, Իլեյ, Լեյ, Լիզ ամինաթթուները:

5. Գլուտամինը լավագույն մեով յուրացնելու իր ունակությամբ *C. albicans* -ը տարբերվում է մյուս խմորասնկային օրգանիզմներից:

J.A.Gevorkian

ACYCLIC AMINO ACIDS AND PROLINE AS THE SOLE SOURCE OF NITROGEN FOR C.ALBICANS

Summary

Certain characteristics of assimilation by *C. albicans* of acyclic amino acids and proline were studied. The amino acids were introduced into the synthetic medium one by one as a sole source of nitrogen, and glucose was taken as the source of carbon. Conclusions are following.

Amino acids differ from each other by their ability to split glucose, to synthesize the biomass and to accumulate nitrogen in the soluble and insoluble fractions of the biomass.

In the soluble fractions of biomass Glu, Lys, Ala, Leu prevail. The two-step extraction (by acetone and, then, by ethanol) of soluble amino acids allows to make some conclusions about their free or bound state in the cell and their cellular structures.

In the protein amino acids Lys, Glu, Leu, Asp prevail. The amino acids Glu-NH₂, Pro, Arg, Thre, Ileu, Leu, Lys are especially distinguished by their ability to synthesize protein.

C. albicans differs from the other yeasts by its ability to assimilate Glu-NH₂ effectively.